
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
جامعة الموصل
وقل رب زدني علما
تربية المحاصيل الحقلية
تأليف
الدكتور عدنان حسن محمد العذاري
١٩٩٢

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
جامعة الموصل



تربية المحاصيل الحقلية

تأليف
الدكتور عدنان حسن محمد العذاري

١٩٩٢

والبحث العلمي
الموصل

تربية المحاصيل الحقلية

تأليف

الدكتور عدنان حسن محمد العذاري

نشر وطبع وتوزيع
دار الكتب للطباعة والنشر - الموصل
شارع ابن الاثير - الموصل
هاتف ٧٦٣٢٣١
٧٦٣٢٣٥
تلكس ٨٠٩٢

المحتويات

بسم الله الرحمن الرحيم

تقديم

الحمد لله جلت قدرته الذي وفقنا لانجاز هذا الكتاب في علوم تربية المحاصيل الحقلية ليكون كتاباً منهجياً لطلبة المرحلة الرابعة من كلية الزراعة ومرجعاً للباحثين والمختصين في مجال تربية المحاصيل خدمة لعراقنا الحبيب وشعبنا العريق في حضارته وتطلعه للرقي والتقدم وليكون نداً للشعوب المتقدمة في زمن يحاربنا فيه الاعداء في غذاءنا ودوائنا وحليب أطفالنا وعناصر تقدمنا.

يتناول الكتاب في فصوله الاثنين والعشرين الجوانب التأريخية والنواحي العلمية والتطبيقية لعلم تربية المحاصيل. وقد ساعدنا في تحقيق ذلك الخبرة في تدريس هذه المادة على مستوى الدراسات الاولية والعليا لأكثر من اثني عشر سنة. نأمل أن يحقق هذا مانصبو اليه من تقدم في هذا المجال الحيوي لانتاج أصناف محسنة في المحاصيل الحقلية تخدم مسيرة الانتاج الزراعي العراقي ولتحقيق الأمن الغذائي المنشود لشعبنا الحبيب.

وبهذه المناسبة أقدم شكري وتقديري الى الاستاذ الدكتور محمود حاج قاسم/ كلية العلوم– جامعة الموصل على مراجعته العلمية الدقيقة للكتاب ، والى الاستاذ الدكتور سالم الحمداني/ كلية الآداب– جامعة الموصل لتقويمه الكتاب لغوياً شكري للسيد خالد محمد صالح لجهوده في طباعة مسودات الكتاب والى العاملين في دار الكتب للطباعة والنشر في جامعة الموصل للجهود المشكورة في طبع واخراج هذا الكتاب راجياً للجميع الموفقية والنجاح.

المؤلف

د. عدنان حسن محمد العذاري

حمام العليل– ١٩٩٢

الفصل الاول
مقدمة تأريخية وأهمية علم تربية المحاصيل

الفصل الأول

مقدمة تأريخية وأهمية علم تربية المحاصيل

مقدمة :

يعدّ علم تربية المحاصيل احد الروافد العلمية التي تسهم في تحسين نباتات المحاصيل وانتاج كميات اعلى من الغذاء والالياف وبنوعية أفضل. وبسبب كون هذا العلم حقلاً مهماً لاستنباط الاصناف المحسنة ، فإن مربي النبات قادرون على تحسين المحصول. وتؤكد الجهات العلمية الرصينة في العالم على الاهتمام بهذا العلم لكونه احد الروافد الاساسية لزيادة الانتاج الزراعي ولمختلف انواع المحاصيل الحقلية والخضر والفاكهة. ويمكن حصر هذه التوصيات في النقطتين الاتيتين :

١ - الحصول على اصناف جديدة من المحاصيل ذات المقاومة للامراض والظروف البيئية المعاكسة.
٢ - الحصول على اصناف جديدة ذات قيمة غذائية عالية وانتاجية عالية في وحدة المساحة.

وفي الحقيقة فان هذه التوصيات ليست سوى تأكيد على الدور الهام الذي لعبه مربو النبات في تحسين المحاصيل الغذائية التي كانت الدعامة التي قامت عليها الحضارات المختلفة. ويمكن مشاهدة انجازات تربية المحاصيل بصورة حقول الذرة الصفراء والقطن والحنطة والشعير والذرة البيضاء والطماطة او بصورة اعم محاصيل الغذاء والالياف والزيوت والفاكهة والخضراوات والزينة. (Jensen, 1983).

ان عمر علم تربية المحاصيل كعمل منظم يبلغ حوالي المائة سنة. وان رغبة الرواد الأوائل من علماء الزراعة لتحسين الاصناف المحلية قد لبيت باكتشاف الاسس العلمية الضرورية

باعادة اكتشاف قوانين مندل في الوراثة في بداية القرن العشرين.ويبقى علم الوراثة اليوم الأساس الصلب لتربية المحاصيل. وعلى العموم فان المعلومات والاستحداثات والتقنيات المختلفة التي تصب في هذا العلم اصبحت معقدة وبشكل متزايد. وقد نشأ عمل تربية النبات المنظم في الجامعات ومدارس الزراعة ومحطات التجارب الحكومية اذ صار جزءً مهماً في الانظمة التعاونية والشركات الحرة غير الحكومية في الدول المتقدمة فضلاً عن استحداث المراكز الدولية المختلفة التي يرتكز عملها على هذا العلم. وقد نشأت في الوقت الحاضر شركات متخصصة في ابحاث الهندسة الوراثية وزراعة الانسجة التي تقدم الأمل في الحصول على تغييرات على مستوى الجين او القيام بالتهجين بين الانواع المتباعدة. وتضيف التطورات الجديدة والمثيرة في هذه الحقول تجديد الطرق التقليدية في تربية النبات لاقلمة الاكتشافات الجديدة الى الشكل الزراعي بمستوى الاداء المرغوب فيه ويعد علم تربية المحاصيل اليوم من العلوم المثيرة التي تجابه الكثير من التحديات للعمل في بيئات متباينة.

وفضلاً عن الاتجاهات الجديدة في الوراثة وتربية المحاصيل ، فان جميع العوامل التي تؤثر في اداء المحصول مثل العوامل المناخية والاسمدة والامراض والحشرات ، النوعية الغذائية والاستعمال الصناعي هي عناصر يجب اخذها بنظر الاعتبار عند تصميم الصنف الجديد. ان علم تربية المحاصيل هو علم ادارة التباين الوراثي بحيث يلبي اهداف انتاجية او نوعية في محصول معين ، وهذه الادارة تقوم باستحداث التوافقات الوراثية الجديدة لتلبي حاجة التصميم المرغوب في هذا الصنف. ان التباين الوراثي يكون مصدراً مهماً لاستنباط السلالات او تركيب سلالات معينة. وتكون مصادر التباين الوراثي من الاصناف المحلية البدائية او من الطفرات المستحدثة او الاتحادات الجينية الجديدة التي تنشأ عن طريق التهجينات بين الاصناف او الانواع او حتى الاجناس المتباعدة. كما يعرف علم تربية المحاصيل بأنه عملية التطور الموجه للمحاصيل او انه التعديل الوراثي للنبات لغرض تلبية حاجات الانسان. وفي هذا المجال يستند علم تربية المحاصيل على القواعد الوراثية لانتقال المادة الوراثية Genetic material من جيل الى آخر. عادة تتألف الوحدات الوراثية في تربية المحاصيل من الجينات genes التي يقع اكثرها على الكروموسومات Chromosomes والقليل منها جداً في السايتوبلازم Cytoplasm ، ويرتبط النجاح في عملية التربية بكيفية تناول هذه الوحدات الثلاثة ، وعلى الرغم من أن القواعد الوراثية عامة التطبيق وعلى مختلف الكائنات ، الا ان مشاكل التربية والطرق التقنية تختلف من محصول الى آخر. فعلى سبيل المثال ، يعمل مربي المحاصيل الذاتية التلقيح Self

pollinated crops بصورة شاقة لغرض الحصول على التباين الوراثي من خلال التهجينات ، ولكنه يقوم بعد ذلك بتأصيل النباتات المنتخبة ، ولأجيال متعاقبة بهدف الحصول على سلالات نقية والتي يقوم بانتخاب المتفوق منها. ومن ناحية ثانية فان مربي المحاصيل الخلطية Cross pollinated crops مثل الذرة الصفراء يجد التغاير جاهزاً ويعمل للحصول على سلالات اصيلة يقوم بتهجينها في توافقات معينة للحصول على الصنف المهجين.

يعبر الجين عن توالي معين من النيوكليوتيدات في الحامض النووي DNA الموجود في الكروموسوم. ومرارا مايرمز للجينات بالحروف او توافقات من الحروف عندما تعرف بتأثيراتها. وقد يكون تأثير الجينات المفردة واضحاً ومتميزاً كما في حالة الجينات التي تحكم ارتفاع النبات او لون الثمرة او البذرة او تغيرات في القيمة الغذائية او المقاومة للامراض (صفات نوعية). وقد يكون للجينات تأثيرات صغيرة جداً (صفات كمية) الى درجة يتوجب على المربي ان يحصل على تغيير ملحوظ في النبات او اجزائه. وعادة تتوفر لدى المربي تقنيات خاصة لتناول تأثير كل من هذين النوعين من الجينات.

الكروموسومات هي الوعاء الذي يحمل الجينات. توجد الكروموسومات عادة بشكل ازواج. وتكون مفردة خلال الانقسام الميوزي meiosis. وان الكروموسومات تكون على درجة عالية من الاستقرار خلال فترة التطور الخضري للنبات وتحصل اتحادات جديدة Recombination خلال التكاثر للجنس وتكوين الكاميتات. وقد حصل على تطور مهم في التربية الكروموسومية من خلال اعادة تنظيم التركيب الكروموسومي بصورة اصطناعية.

وقام مربي المحاصيل باستكشاف دور السايتوبلازم في عملية تطوير الاصناف الهجينة وذلك بانتاج صفة العقم الذكري. حيث يوجد تداخل بين العوامل السايتوبلازمية والعوامل الوراثية داخل النواة لانتاج هذه الصفة.

نبذة تأريخية :

بدأت تربية المحاصيل بزراعة النباتات البرية. وعبر فترات زمنية طويلة حصل تحول من جميع النباتات البرية لغرض الغذاء الى انتخاب النباتات التي ستزرع. ومن خلال عملية الانتخاب هذه بدأ المزارعون بصورة مقصودة او غير مقصودة بتوجيه عملية تطور النباتات المزروعة. وقد بدأ مربو النبات في الوقت الحاضر بتعجيل عملية تطور المحاصيل الرئيسة، من خلال مهارتهم في معالجة طرق التربية المختلفة واستخدامها. ان تاريخ تربية النبات مليء بالانجازات البارزة فيما يلي بعضها والتي اسهمت بشكل اساسي بتطور هذا العلم. (Poehlman and Quicke, 1983).

في عام ١٦٩٤ اكتشف R.J.Camerarius الجنس في الذرة الصفراء والسبانخ حيث قام بعزل النورات المؤنثة للذرة ولاحظ عدم تكون البذور واستنتج عدم تكوين البذور الا بعد تكوين الاسدية (اعضاء جنسية مذكرة). وفي الفترة من ١٧٦١ – ١٧٦٦ قام Josiph Cottieb Koelreuter بالتهجين بين أنواع من التبغ *Nicotiana baniculata X N. rustica* ووجد ان نباتات الجيل الاول تكون وسطاً في صفاتها بين الأبوين وعقيمة وذات بذور ضامرة واثبت اشتراك الأب المذكر في تحديد صفات النسل. وقد اثبت Gartner في ابحاثه للفترة من ١٨٣٥ – ١٨٤٩ قيمة التهجين في انتاج اصناف جديدة وقد كتب رسالة الى الاكاديمية الهولندية للعلوم Dutch Academy of Science نالت جائزة عام ١٨٤٩ حيث أجرى ألفا من التهجينات اشتملت على ٧٠٠ نوع وحصل على ٢٥٠ هجيناً ناجحاً. أما Thomas Andrew Knight في انكلترة فقد قام باستنباط الكثير من نباتات الزينة وصنفين من التوت الاوربي (الشليك). وقد توصل John Goss ١٨٤٠ الى نتائج قريبة من نتائج مندل Mendel في تهجينات البزاليا الزرقاء البذور والبيضاء البذور. وفي عام ١٨٢٦ لاحظ Augustin Sargeret في تهجينات بين أصناف من البطيخ سيادة بعض الصفات.

وفي عام ١٨٠١ أنجز Franz Carl Achard طريقة لاستخلاص السكر (وهو منتج غالي الثمن في وقته) من البنجر العلفي البري. وبدأ Achard بانتخاب جذور متجانسة ذات محتوى عالي السكر. ومن جهوده والعلماء الذين أعقبوه مثل Vilmorin وخلال فترة (١٧٥) سنة ازدادت نسبة السكر من ٧٪ في البنجر العلفي الى حوالي ١٢ ثم الى ١٨٪ في الاصناف الحديثة من البنجر السكري.

وفي مجال تتبع عملية الاخصاب كان Amici عام ١٨٢٣ أول من شاهد وتتبع نمو الأنبوبة اللقاحية داخل القلم حتى وصولها الى موضع النقير في البويضة. وقد توصل Strasburger عام ١٨٨٤ الى ان عملية الاخصاب عبارة عن دخول النواة المذكرة في البويضة وتزاوجها مع نواة البيضة ولا علاقة للسايتوبلازم بعملية الاخصاب وان كل من النواة المذكرة والنواة المؤنثة عبارة عن نواة خلية حقيقية. وفي الفترة ١٨٥٠ - ١٩٠٠ تمت دراسة السلوك السايتولوجي للكروموسومات من قبل العديد من العلماء حيث أمكن البرهنة على ثبات عدد الكروموسومات في أنواع النباتات المختلفة وتوضيح العلاقة السايتولوجية بين الكاميتات والاخصاب ومعرفة الانقسام الميوزي والاخصاب المزدوج.

في عام ١٨٥٩ ظهرت نظرية داروين C.Darwin في نشوء الأنواع عن طريق الانتخاب الطبيعي، فالتكاثر في النوع يعطي اعداداً كبيرة من الأفراد التي تتنازع البقاء وتختلف أفراد النوع الواحد في صفاتها الموروثة. والتنافس يؤدي الى استمرار التصنيفات الوراثية المتأقلمة للظروف البيئية. وقد عمل داروين على نبات الذرة الصفراء ولاحظ ضعف النباتات الناتجة عن التلقيح الذاتي. وفي عام ١٨٦٦ نشر غريغوري مندل Gregor Mendel أعماله على البزاليا التي اشتق منها قوانينه المشهورة في الانعزال والتوزيع الحر التي بقيت مجهولة حتى عام ١٩٠٠.

في بداية القرن العشرين أعيد اكتشاف قوانين مندل من قبل ثلاثة من العلماء وهم Von Tschermak (النمسا) و deVries (هولندا) و Correns (المانيا). وقد قدم devries نظرية النشوء عن طريق الطفرات في عام ١٩٠٢ وهاجم نظرية داروين في الانتخاب الطبيعي. وفي عام ١٨٩٠ أصبح N. Hjalmar Nilsson ومربي حبوب ومديرا للجمعية السويدية للبذور Swedish Seed Association (Akerman *et al* 1948) وقد اكتشف Nilsson أساسيات الانتخاب الفردي للنبات في تجارب انتخاب السلالات النقية. وقد طور ابنه H. Nilsson – Ehle مفهوم جمع صفات الآباء المختلفة عن طريق التهجين. وعلى أساس ابحاثهم وعلماء آخرين تطورت طرق تربية المحاصيل ذاتية التلقيح اليوم.

وفي عام ١٩٠٤ بدأ George H. Shull عمليات التلقيح الذاتي والتهجين في الذرة الصفراء في محطة التطور التجريبي Station for experimental evolution ولم يكن يعرف النتائج أو أي فكرة عن المردودات الاقتصادية. ولكن بعد خمس سنوات ونتيجة لابحاثه افترض طريقة تربية الهجن التي أدت الى ثورة في طريق تربية الذرة الصفراء والتي

تم استعمالها في الذرة البيضاء والحنطة والشعير والبنجر السكري وعباد ا
والطماطة وغيرها .

وخلال القرن العشرين تم تطوير الكثير من الاسس والقوا
تربية المحاصيل منها :

١ . دراسات نشوء الأنواع عن طريق التضاعف الكروموسومي وتحليل الجينومي لمجاميع الكروموسومات في الانواع المتضاعفة .
تحسين الطرق الفنية المستخدمة في تنفيذ التجارب الزراعية في تر عام أدى الى تقليل الخطأ التجريبي والحصول على معلومات قاطعة تساعد على النتائج واتخاذ القرارات الحاسمة .

٣ . تطوير الاحصاء الوراثي الكمي التي نشطت البحوث الحديثة المتعلقة بالتربية للصفات الكمية .

٤ . اكتشاف كون المقاومة للأمراض ، تخضع لقوانين الوراثة وان الأصابة بالأمراض تتوقف على التركيب الوراثي لكل من العائل والطفيل وتتأثر بالظروف البيئية .

٥ . اكتشاف إمكانية استحداث الطفرات الصناعية بتعريض اجزاء النبات او الحيوان للاشعة السينية .

٦ . اكتشاف مراكز نشأة الانواع النباتية بواسطة العالم الروسي Vavilove وعلاقة ذلك بالتصنيفات الوراثية وتربية النبات .

٧ . اكتشاف ظاهرة العقم الذكري male sterility في الذرة الصفراء والحنطة والشعير وغيرها من المحاصيل .

٨ . تطوير طرق التربية مثل الانتخاب الأجمالي المحور والانتخاب الدوري لتحسين النباتات .

٩ . عقد الكثير من المؤتمرات العلمية المحلية والعالمية في مجالات النبات ، والوراثة ، والأحصاء والعلوم ونشاط نشر الكتب العلمية والبحوث وظهور المنظمات العلمية المتخصصة في تربية المحاصيل .

ان اغلب النجاحات في مجال تربية المحاصيل لم تنتج من أعمال انفرادية، ولكنها أتت من تراكم وتعاقب اعمال وابحاث العديد من الافراد . ومثال جيد على هذا هو تطوير الحنيط نصف المتقزمة العالية الانتاج . في عام ١٩٤٦ وزع Salmon ضروباً من الحنطة نصف المتقزمة والتي ربيت في اليابان الى الباحثين في الولايات المتحدة الامريكية . وقام O.A.

Vogel من جامعة واشنطن الحكومية بتهجين احدى هذه السلالات وهو نورين ١٠ (Norin 10) مع اصناف ولاية واشنطن. كانت الضروب المشتقة من هذه السلالات ذات ساق قصير وذات عدد اكبر من الحبوب في السنبلة. وقد حققت اصناف الحنطة Gaines و Nugaines ارقاماً قياسية في حاصل الحنطة في الولاية. وقد ارسلت بذور من تهجينات نورين ١٠ الى المكسيك حيث استفاد منها Norman E. Borlaug في تربية الحنطة الربيعية. وقد انتشرت أصناف الحنطة المكسيكية في العديد من أقطار العالم مثل الهند والباكستان والعراق والسعودية ومصر وشمال افريقيا حيث حققت زيادة كبيرة في الانتاجية قياساً بالاصناف المحلية.

الصنف: Cultivar ,Variety

يعبر الصنف عن المنتوج النهائي من عمل مربي النبات. ويتميز الصنف من غيره من الاصناف في المظهر والاداء. ويمكن ان يكون الصنف ذا تركيب وراثي واحد مثال ذلك اصناف المحاصيل البستنية التي تتكاثر خضريا حيث تكون جميع النباتات متماثلة من الناحية الوراثية، عادة تكون هذه الاصناف على درجة عالية من الخلط الوراثي (Heterozygosity) اي مختلف الاليلات Aa Bb Cc).

بعض الاصناف التي تكثر بالبذور تحتوي على تركيب وراثي واحد ولكنه أصيل وراثيا Homozygous اي متماثل الاليلات ويرمز له AA bb CC او aa BB cc ومرارا ما تكون الاصناف التي تتكاثر بالبذور مكونة من مجتمعات تحوي على عدد من التراكيب الوراثية. فاذا كان المحصول ذاتي التلقيح فستكون التراكيب الوراثية نقية بشكل كبير كما في حالة الاصناف المنقاة من الحنطة المحلية (صابربيك) (Adary, 1986) اما اذا كانت خلطية التلقيح، فان هذه الاصناف ستكون خليطة في تركيبها الوراثي مثل صنف الذرة الصفراء نيليوم.

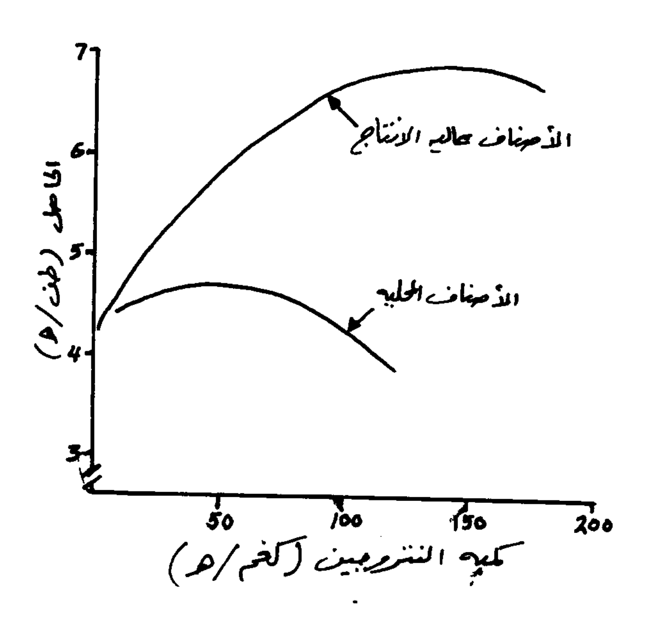
دور البيئة في تربية المحاصيل:

يحدثنا التاريخ عن العديد من الامثلة في الحصول على انتاجية كبيرة لانتاجية المحاصيل عن طريق احداث تغيرات في التراكيب الوراثية او خليط من عدة تراكيب وراثية، ومن الواضح ان لادارة وتنظيم الظروف البيئية تأثيراً كبيراً على اداء الصنف. وان اكتشاف طبيعة ومقدار استجابة النبات للأسمدة وخصوصا النتروجين والفوسفور والبوتاسيوم يعد

حجر الزاوية في التقدم الزراعي. كان هذا المنطلق من الأسس الهامة التي اعتمدتها برامج تربية المحاصيل في الولايات المتحدة الامريكية والمكسيك و الفلبين ولمحاصيل الذرة الصفراء والحنطة والرز على التوالي. في خلال احدى عشرة سنة (١٩٤٥– ١٩٥٦) استطاع نورمان بورلوك Norman Borlaug قيادته لبرامج تربية الحنطة في المكسيك رفع معدل حاصل الحبوب من ٧٤٠ كغم/ هكتار حيث كانت المكسيك مستوردة للحنطة في عام ١٩٤٥– ١٩٤٦ الى الضعف في عام ١٩٥٦. ثم تضاعف الحاصل مرة اخرى في عام ١٩٦٩– ١٩٧٠ ليصل الى ٢٧٥٠ كغم / هكتار حيث اصبحت المكسيك مصدرة للحنطة. اعتمد النجاح في هذا الصدد على تحسين الصنف والعمليات الزراعية (بصورة أساسية بالاعتماد على الاسمدة النتروجينة) والري في آن واحد. هذا وقد نجحت الاصناف المأخوذة من برامج المكسيك في العديد من مناطق العالم خصوصا في الهند ، وباكستان والعراق ومصر وبحلول عام ١٩٦٩– ١٩٧٠ زرع مايقارب ١٠ ملايين هكتاراً من الاراضي في آسيا وحدها. وقد كان التغيير والتحسين في الاصناف واضحاً. بحيث اصبح يعرف بالثورة الخضراء. وتقديرا لمنجزات بورلوك في تحسين اصناف الحنطة فقد منح جائزة نوبل للسلام عام ١٩٧٠ .(Welsh, 1981)

كذلك اشار بولمان (Poelhman, 1983) الى انه يمكن الحصول على أعلى حاصل في استخدام كل من الاصناف المحسنة مع العمليات الزراعية المحسنة. وقد ضرب مثلاً عن الرز في جنوب وجنوب شرق آسيا، التي كان حاصله من أوطأ المعدلات في العالم. وقد فشلت محاولات اضافة النتروجين في زيادة الحاصل حيث ان الاصناف المحلية تنخفض بسهولة ولاتستجيب للمعدلات العالية من السماد النتروجيني، وفي الحقيقة فان الحاصل ينخفض بزيادة معدلات التسميد النتروجيني (شكل ١–١). ولتعديل هذه الحالة فقد بذلت جهود بحثية كبيرة لاستنباط أصناف قصيرة ، قوية الساق، مبكرة في النضج وتستجيب للأسمدة النتروجينية تحت ظروف مناطق آسيا الاستوائية. وقد أشار (Frey, 1971) الى ان صنف الرز IR8 يزيد في حاصله على الاصناف المحلية بنسبة ٢٠٪ تحت المستويات الواطئة للتسميد النتروجيني ولكنه يزيد بنسبة ٢–٣ مرات في حاصله تحت المستويات العالية من السماد النتروجيني.

هناك مثال آخر وهو الذرة الهجين في الولايات المتحدة الامريكية والعالم. فاستعمال الصنف الهجين المناسب وتحوير العمليات الزراعية (وخاصة زيادة استعمال السماد النتروجيني) رفع معدل حاصل الذرة الصفراء في الولايات المتحدة الامريكية من ٤٩٠



شكل ١ – ١ . استجابة الحاصل للأصناف عالية الانتاج والأصناف المحلية للرز عند استخدام السماد النتروجيني. الأصناف المحلية تضطجع عند الجرع العالية من السماد النتروجيني وهذا يؤدي الى خفض الحاصل(عن Poehlman, 1983 ص 4) .

كغم/ هكتاراً خلال الفترة ١٩٢٥– ١٩٣٤ الى ٣٤١٢ كغم/ هكتار خلال الفترة ١٩٥٥– ١٩٦٤ ، وقد أشار (Duvick, 1977) في دراسة مقارنة لحاصل الذرة الصفراء خلال أربعة عقود منذ ادخال زراعة الهجن في منطقة حزام الذرة في الولايات المتحدة ، الى عائد وراثي genetic gain تراوح من ٥٧ الى ٦٠٪ وقد أعطت الهجن الجديدة حاصلها العالي عند استعمال الطرق الزراعية الحديثة.

وفي العراق تمت الاستفادة من منجزات تربية النبات على النطاق العالمي بأدخال أصناف الحنطة المكسيكية مثل المكسيباك ، جوري ،نوري ٧٠ ، اينيا ٦٦، كوكورت سي ٧١ وغيرها،وأدخال أصناف الرز الفلبيني مثل IR 22, IR8 وهجن الذرة الصفراء المختلفة والقطن وعباد الشمس وفول الصويا والى الكثير من اصناف الخضروات كالخيار، الطماطة والباذنجان والرقي وكذلك نباتات الزينة المختلفة.

بعض الانجازات البارزة في تربية المحاصيل:

١- التوسع في الرقعة الزراعية للمحصول:

ان استنباط اصناف ذات أقلمة لمناطق زراعية جديدة ، يقود الى التوسع في زراعة المحصول في مناطق جديدة. فعلى سبيل المثال محصول فول الصويا، حيث تم استنباط أصناف متأقلمة للمناطق الجنوبية من الولايات المتحدة أدى الى التوسع في زراعة هذا المحصول في المناطق الاستوائية وشبه الاستوائية ثم في أقطار اخرى بمساعدة مربي النبات (Welsh, 1981). كذلك أدى الحصول على أصناف مبكرة وقصيرة الساق من الذرة البيضاء الى التوسع بزراعته وأصبح المحصول مدرا للأرباح ويمكن التعويض عن الذرة الصفراء في الاراضي الحدية.

٢- الزيادة في الحاصل:

وقد ذكرنا في الفقرات السابقة انجازات تحققت في الحنطة، والذرة الصفراء والرز. فأدت هذه الزيادة الى كفاءة أكبر في الانتاج من خلال التغيرات في الاتجاهات التالية: (١) تحسين المقاومة للأمراض والآفات.(٢) استنباط الاصناف الهجينة.(٣) استنباط أصناف ذات سيقان أقصر وأقوى ساعدت في زيادة استعمال الاسمدة مع عدم الانخفاض ففي الحنطة استنبط Orville A. Vogel الصنف Gaines القصير ذا التفرعات الغزيرة والذي وصل مع الصنف Nugaines الى مستويات عالية من الانتاجية لم يحلم بها سابقا. وقد كونت هذه الاصناف الاساس في تحسين الحنيط المكسيكية (Poelhman,1983) التي انتشرت الى مناطق مختلفة من العالم.

٣- تحسين نوعية المحاصيل:

في غالبية المحاصيل رافق تحسين الحاصل تحسيناً في النوعية ايضا. ففي برامج التربية يتم غربلة الانماط ذات النوعية الواطئة في مراحل مبكرة من برامج التربية. كذلك يبحث مربو النبات في تحسين محتوى البروتين من الاحماض الامينية ، محتوى الزيوت من الاحماض الشحمية وبعض العناصر التي تؤثر في الرائحة والنكهة ومستوى العناصر السامة. قد تكون قياسات النوعية صعبة مثل نوعية الطحين والخبز في الحنطة أو موضوعية كما في حالة الأعناب والطعم والنكهة في فاكهة مثل الخوخ او مظهرية في أزهار الورد.

٤ . الاقلمة للزراعة الميكانيكية :

قاد التقدم في الأقطار المتطورة زراعيا في مجال المكننة الزراعية الى تقليص نسبة المجتمع من العاملين مباشرة في القطاع الزراعي . وقد أدى ذلك الى زيادة كفاءة الانتاج وانخفاض أسعار الغذاء والعلف . وقد شارك مربي النبات في تقدم المكننة باستنباط أصناف النباتات التي تتميز بالمواصفات الآتية :

آ- الحصول على أصناف ذات ارتفاع مناسب وشكل ونضج مناسبين ، كاستنباط اصناف الذرة البيضاء القصيرة الساق مثل Dwarf yellow milo .

ب- التجانس من نبات الى آخر.

ج- المقاومة لعمليات الماكنة ، ففي الطاطة المستعملة للتعليب أمكن الحصول على أصناف تناسب الحصاد الميكانيكي حيث تنضج معظم ثمارها في آن واحد ونبات صغير وثمار صلبة ومستطيلة أكثر من كونها طرية ومستديرة .

٥ . تحسين البيئة :

ساهم مربي النبات في تحسين البيئة باستنباط نباتات الزينة الجذابة والجديدة بألوانها وتحسين نباتات المسطحات الخضراء من ناحية الكثافة وديمومة استعمالها لوقت أطول . وكذلك تحسين نباتات مناطق المخيمات وذلك عن طريق الحصول على نباتات أكثر جودة من الحشائش ، والشجيرات والاشجار وأختيار نباتات ملائمة لتثبيت المنحدرات ومقاومة التعرية . ان انتاج أصناف كفوءة يسمح بانتاجها بمساحات أقل وتحويل الأراضي الحدية لأغراض اخرى مثل مناطق المنتجعات السياحية . وبالتربية للأصناف قصيرة الساق في محاصيل الحبوب ثم اختصار نسبة القش الى الحبوب وبذلك قلل من الضائعات التي يجب خلطها مع التربة او حرقها . كذلك فان الحصول على نباتات ذات مقاومة للافات قلل من استخدام المبيدات الكيمياوية الملوثة للبيئة .

Adary, A.H. 1985. Priliminary studies on pure lines populations isolated from the local landrace Saberbeg wheat (*Triticum aestivum* L.). Zanco 3:17–30.

Anonymous. 1936. Year book of Agriculture. U.S.D.A. Washington, D.C. U.S.A.

-------------. 1937. Year book of Agriculture. U.S.D.A. Washington, D.C. U.S.A.

Briggs, F.N. and P.F. Knowles. 1967. Introduction to Plant Breeding. Reinhold Publishing Co. U.S.A.

Borlaug, N.E. 1972. The green revolution, peace and humanity. CIMMYT. Reprint and Translation Series 3. International Maize and wheat Improvement center, Mexico.

Dalrymple, D.G. 1978. Development and spread of high yielding varieties of wheat and rice in the less developed nations. Foreign Agric. Econ. Rep. 95, Econ. Res. Serv., U.S.D.A., Washington, D.C. U.S.A.

Duvick, D.N. 1977. Genetic rates of gain in hybrid maize yields during the past 40 years. Maydica 22:187–86

Frey, K.J. 1971. Improving crop yields through plant breeding, pp 15–58– In Eastin, J.D. and R.D. Munson (eds.) Moving off the yield Plateau. Am. soc. Agron. Madison, Wis.

Jensen, N.F. 1983.Crop Breeding as a Design Science In Crop Breeding, D.R. Wood (ed.) American Society of Agronomy, U.S.A. pp. 21–29.

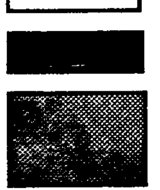
Harlan, J.R. 1975. Crops and Man. American Society of Agronomy/ crop Science Society of America, Madison, Wisc. U.S.A.

Poehlman, J.M. 1983. Breeding Field Crops. 2nd edition. AVI Publish– ing Company, INC. Wesport, Connecicut U.S.A. pp 3–5.

Poelhman, J.M. and J.S. Quick. 1983. In Crop Breeding, D.R. Wood (ed.). American Society of Agronomy, Madison, Wisconsin. U.S.A. pp 14.

Welsh, James, R. 1981. Fundamental of Plant Genetics and Breeding. John Wiley and sons. New York.

الفصل الثاني
تطور المحاصيل
Crop Evolution



الفصل الثاني

تطور المحاصيل

CROP Evolution

مقدمة :

يهتم مربي النبات بالمواد الوراثية التي تعرضت الى التغير بفعل التطور Evolution الحاصل لها سابقاً. ان جميع النباتات المستعملة في الزراعة كانت برية قبل استئناسها من قبل الانسان. ويمكن القول ان استئناس النباتات أصبح ممكناً بعد حصول تغيرات وراثية مقبولة في هذه المجتمعات، بحيث حولتها من الاشكال البرية الى المستأنسة. متى حصل هذا الأستئناس؟ لاتوجد اجابة محددة لهذا السؤال. عادة تتوفر المعلومات عن استئناس نبات ما عن طريق التنقيبات الاثرية او التاريخية التي توضح أو تذكر بأن المحصول الفلاني قد استئونس في وقت من الاوقات. تحسنت طرق تعيين عمر البقايا النباتية باستعمال طرق الكاربون المشع ولكن المواد النباتية الأثرية نادرة جداً، ولا تتوفر معلومات عن توطين واستئناس النبات الا عن محاصيل قليلة جداً.

ان أقدم التسجيلات عن المواد المستأنسة قد أتت من مواقع عدة في الشرق الادنى مثل العراق، وسوريا، وتركيا وفلسطين والتي تعود الى ٦٠٠٠ – ٧٠٠٠ سنة ق.م حيث وجدت الحنطة البرية وحيدة الحبة Einkorn وحنيط ايمر والكتان والبزاليا والهرطمان والعدس. لذلك فان عملية استئناس هذه النباتات بدأ على الأقل من ثمانية الى تسعة الآف سنة مضت وقد سجلت مواعيد مقاربة في العالم الجديد لمحصول الفاصوليا في بيرو والمكسيك اما في الذرة الصفراء فتشير الادلة الى استئناسها في وقت احدث (حوالي ٥٠٠٠ سنة ق.م) (Simmond, 1979). وقد ذكر بالنسبة لمحاصيل الرز والذرة البيضاء وفول الصويا وقصب السكر انها قد دجنت منذ الآف قليلة قبل الميلاد فيما تم استئناس

محاصيل اخرى منذ فترة لاتزيد على الألفي سنة . وبعض المحاصيل مثل البنجر السكري طور كمحصول في القرن الثامن عشر في أوربا فيما تم استئناس نباتات المطاط ونخيل الزيت Oil Palm في نهاية القرن التاسع عشر.

حتى قبل مضي ٢٠٠ عام كانت عملية تطور المحاصيل في أيدي عدد قليل من المزارعين والمستهلكين للمنتجات الزراعية التي تشابه الحالة القائمة في الاقطار الفقيرة. يحتمل ان التغيير الوراثي الكلي الذي أنجزه المزارعون عبر العصور أكبر من الذي أنجز في المائة سنة الأخيرة عبر الجهود العلمية المنظمة (Simmonds, 1979). ولا يعرف بشكل مباشر الكيفية التي انجز بها المزارع القديم هذه المهمة ولكن يمكن الاستنتاج من بعض الملاحظات والسجلات التاريخية :

(١) يميل الفلاحون في كونهم نباتيين ويكونون على اطلاع عن الاختلافات في الصفات التصنيفية والاقتصادية حيث يمارس الانتخاب على نطاق واسع . فضلاً عن ذلك فان بعض الفلاحين لهم المعرفة في المحافظة على الأصول الوراثية النقية لاغراض الزراعة . وعلى سبيل المثال فأن بعض المزارعين الهنود الأمريكيين لهم معرفة حتى في ترك مجتمعات الذرة الصفراء منعزلة .

(٢) اجراء الانتخاب الاصطناعي فضلاً عن الانتخاب الطبيعي الذي هو ظاهرة عالمية ومؤثرة؟ ان ممارسة الزراعة من قبل الفلاحين يعد من اهم انجازاتهم في مجال التربية .

وفي الوقت الحاضر فان دور المزارعين في مجال التربية قد انخفض وحل محل الإصناف التي كان المزارعون يزرعونها اصنافاً جديدة من منتجات تربية النبات التي يقوم باكثارها منتجو وشركات البذور الزراعية سواء الاهلية او الحكومية . لذلك فان المرحلة الحالية من تطور النبات قد خرج الى ايدي مربي النبات خصوصاً في المائتي سنة الأخيرة في البلدان المتقدمة في جميع محاصيل الحبوب والخضار والاشجار الصناعية .

والسؤال الوارد هو عن الدوافع وراء عملية الاستئناس من قبل الانسان. فبالنسبة لبعض الناس كان الالتجاء للزراعة منفذاً للظروف البيئية التي ادت الى قلة الطعام بسبب ندرة النباتات البرية والصيد او ان البقاء يعتمد على الهجرة الموسمية الاجبارية . او بسبب تعب الانسان من السكن في الخيم أومن المجاعة ولهذه نظر الانسان الى البديل . وكان هذا البديل هو الزراعة . والذي ساعد في هذا الاتجاه وجود مناطق خصبة وذات مياه كافية بحيث تنمو فيها النباتات بشكل جيد ومفضلة على النباتات البرية كمصدر للغذاء وبذلك

بدأ اهتمام الانسان باستئناس النباتات للزراعة ومن ثم بدأ باختيار النباتات الأكفأ من غيرها في تلبية حاجاته. وكما اشار (Simmonds, 1979) الى تعميم ان الاتجاه نحو الزراعة يعود الى ثلاثة عوامل هي (١) فرصة بيئية ملائمة (٢) مهارة الانسان واهتمامه (٣) عامل عشوائي ساهم في العملية مثل وجود اختلافات معينة بين النباتات البرية. وقد أشار (Harlan, 1975) إلى ان الانسان بعد أن أسس حضارته واستأنس نباتاته اختار التراكيب الوراثية التي تلبي حاجته. وشدد على ان المستويات العالية لإنتاجية النبات لم تكن ضرورية بقدر اكثر من استقرارية الانتاج المرغوب فيه. فعدم الاستقرار البيئي مثل الجفاف الشديد او البرد يقود الى كارثة.

ان صفات مثل الطعم، والرائحة، وفقدان خاصية الانفراط وكبر حجم البذور والقدرة على التأثيث هي من الصفات المهمة في الادوار الاولى للاستئناس. ويظهر ان الانسان البدائي وثقافته لم يكونا بحاجة الى مستويات عالية من التجانس الذي نراه اليوم في محاصيلنا، فقد نشأ العديد من الاصناف والذي ندعوها اليوم بالضروب المحلية Land Races التي نشأت من جهود المزارعين المختلفين او من اكثار في مناطق بيئية معينة والتي تختلف تماماً في تغايرها الوراثي. وفي الحقيقة تعمل الضروب المحلية مخزوناً للتباين الوراثي لبرامج حفظ الاصول الوراثية (Welsh, 1981). وقد أشارت الدراسات في العراق الى اهمية الاصول الوراثية المحلية في الحنطة (Adary, 1986).

ان هجرة البشر من منطقة الى اخرى تنقل معها النباتات والبذور التي تختبر في البيئات الجديدة والتي ندعوها اليوم بالادخال Introduction وهي في الحقيقة احدى طرق تربية النبات التي لها القدرة على استعمال تراكيب وراثية مختلفة في تحسين النبات في بيئة معينة. وفي الواقع فان العديد من الأنواع او الاصناف المدخلة تكون ذات أقلمة متواضعة وتفشل في البقاء او العيش في البيئات الجديدة. ولكن البعض منها يظهر أقلمة جديدة ونجاحاً كبيراً في البيئة الجديدة كما حصل للكثير من اصناف الحنطة، والشعير، والرز، والذرة الصفراء، وفستق الحقل والقطن والتي تم ادخالها من مناطق مختلفة من العالم، وما حصل للحنطة الحمراء الشتوية التي سادت في السهول الكبرى من الولايات المتحدة والتي ادخلت من روسيا بوساطة المهاجر Mennonites (Welsh, 1981). ونفس الشيء حصل في البطاطا في أوربا والجزر البريطانية، التي هي غذاء رئيسي في هذه البلدان التي نشأت اصلاً من امريكا الجنوبية.

عملية التطور:

في السنوات الاولى من هذا القرن كان هناك اتجاهان في التفكير البيولوجي وهما أفكار Darwin عن التمايز التربوي للافراد ذات الاقلمة الجيدة مع تحليل Mendel لاختلافات التوريث. وقد وضعت أفكار Weismann الفكرة عن استمرار الأصل الوراثي، واثبات Johannsen عن علاقة التركيب الوراثي بالمظهر الخارجي الأسس لنظرية التطور. وقد سميت هذه النظرية الدارونية الجديدة Neo Darwinian وذلك لانها وضعت على اساس نظرية الانتخاب لداروين Darwin وقوانين الوراثة. وقد ظهرت نظرية التطور وبشكل موسع في كتابين الاول Huxley (1940) والثاني لـ Dobzhansky (1941).

تشمل المظاهر الرئيسة للنظرية على الأسس التالية. يعرف ان أنواع النباتات متمايزة جغرافياً في العادة (أنواع ثانوية Subspecies، أنماط بيئية Cline, Ecotypes) نتيجة للانتخاب الطبيعي الذي يعمل على التباين الوراثي. عادة يحافظ على التباين (وهي الناحية الحيوية لاي برنامج للتربية) عن طريق الخلط الوراثي فضلاً عن انسياب الجينات بين المجتمعات. كذلك تعدل التراكيب الوراثية الخليطة من ناحية الأقلمة للظروف البيئية المختلفة بوساطة الطرق الوراثية والسايتولوجية. يقود العزل التكاثري بين المجتمعات الى حصول التنوع Speciation. وبما ان هذه العملية تحصل بشكل تدريجي وبشكل مستمر أكثر من كونها عملية فجائية، وفي اي وقت من الأوقات، فان مجموعة من النباتات ستؤلف نوعاً بيولوجياً متميزاً لا يتهجن مع أنواع اخرى الا بصعوبة ولكن يتهجن بسهولة مع الاصناف في النوع نفسه حيث يحصل تبادل وراثي وعلى مستويات مختلفة. عادة تحصل الاقلمة عن طريق التعويض الجيني gene substitution المتعاقب. في المجتمعات التي تسير في طريق التطور الذي يقود الى التمايز المحلي ومن ثم الحصول على النوع (Simmonds, 1979).

للنباتات مصدر آخر للتغاير وهو المتضاعفات Polyploidy. هناك تمييز بين شكلين من المتضاعفات الاول المتضاعفات الذاتية autopolploidy (ذات الجينومات المتشابهة واتحادات جديدة غير محددة). والثانية هي المتضاعفات الخلطية Allo polyploidy (حيث الجينومات متمايزة بدرجة تحدد من الاقتران والاتحادات الجديدة بين الكروموسومات المتشابهة، راجع كتاب أساسيات في الوراثة للمزيد من المعلومات (العذاري، ١٩٨٧). احياناً تكون المتضاعفات ذوات فوائد انتخابية. وقد لخص (Simmonds, 1979) اهميتها في مجال التطور بالنواحي التالية: (١) المساعدة في زيادة

الاتحادات الجديدة التي تكون محددة على المستوى الثنائي diploid. (٢) تسمح في تعديل نظام التزاوج mating system (نحو التربية الداخلية). (٣) تقدم الفرصة للتهجين بين الانواع وبشكل ذاتي خصوصاً في المتضاعفات الخلطية. (٤) هناك فرصة في النسل (المتضاعفات الخلطية) الى التمايز الثنائي الطويل الأمد عن طريق تعديل المواقع الجينية المزدوجة.

لذلك فان المظهر الأساسي لنظرية التطور الجديدة يكمن في التعويض الجيني، والمتضاعفات (وذلك لحصولها مراراً في النباتات البرية).

الانتخاب الطبيعي والانتخاب الاصطناعي :

من المفيد التمييز في تطور نباتات المحاصيل بين الانتخاب الطبيعي والاصطناعي. **فالانتخاب الطبيعي** يعبر عن الاختلافات في القدرة التكاثرية– Differential Reproduction بين التراكيب الوراثية الذي يورث في نباتات المجتمع غير المتجانس وراثياً في وقت ومكان معينين. اما **الانتخاب الاصطناعي** فأنه يأتي من القرار الدقيق لمربي النبات للاحتفاظ بنسل أب معين بتفضيله على آباء اخر. في كلتا الحالتين هناك ميل لاحداث تغيير تطوري بشكل تحسين الاقلمة adaptation وذلك بتحسين الموائمة في الظروف الزراعية التي يرغبها مربي النبات. وبالتأكيد فقد اختلفت الاهمية النسبية لشكلي الانتخاب عبر العصور في صالح الانتخاب الاصطناعي خصوصاً في المراحل الاولى من التربية ولكن لا يزال للانتخاب الطبيعي في حقول مربي النبات اهمية مساوية للانتخاب الاصطناعي تقريباً.

السؤال الوارد هنا عن ما هية التغيرات او المظاهر الرئيسة التي رافقت عملية تطور النبات في المحاصيل الحقلية. يمكن تقسيم هذه التغيرات على ما يأتي :

آ– التغيرات في الشكل والتركيب الكيميائي :

١. اختزال حجم النبات والنمو المحدود والتقزم التي رافقت توزيع المادة الجافة في النبات دون التأثير في دورة الحياة كما في محاصيل العصفر، والشعير، والحنطة، وفول الصويا، والبزاليا، والفاصوليا، والجلجل وغيرها.

٢. اختزال حجم النبات والتخشب Woodiness مع تقصير دورة الحياة (اي الميل نحو الحولية annuality كما في محاصيل Brassica ، الفجل ، والشليم ، والماش ، Pigeon pea ، والكتان ، والزيت ، والقطن.

٣. نباتات طويلة ذات تفرعات أقل معطية نباتات ذوات مجموعة زهرية كبيرة أو سيقان ليفية كما في عباد الشمس ، والذرة الصفراء ، والكتان ، والجوت والجلجل.

٤. تغيير احتياجات الفترة الضوئية Vernalization التي رافقت الملائمة المناخية لخطوط العرض كما في محاصيل البنجر السكري ، و Brassica ، والرز ، والقصب السكري ، والشيلم ، والذرة البيضاء ، والحنطة ، والذرة الصفراء ، وفول الصويا ، والفاصوليا ، والجوت والجلجل.

٥. اختزال المواد السامة. كما في العصفر (مادة polyphenolics) ، ومحاصيل Brassica (مركبات مختلفة S- compounds) ، ومحاصيل البقول (trypsin inhibitors و haemagglutinins ، واحماض أمينية ، القطن gossypol.

٦. تكوين ألوان جذابة.
كما في القصب السكري ، الذرة الصفراء ، ومختلف نباتات العائلة البقولية.

٧. تكوين أثمار غير منفرطة.
كما في العصفر، Brassica crops ، والحشائش والحبوب ، والعائلة البقولية ، وكتان الزيت ، والجلجل والتبغ.

٨. اختزال سبات البذور.
كما في الشوفان ، والرز، والحنطة واغلب نباتات العائلة البقولية.

٩. الاستعمالات المتعددة.
كما في البنجر السكري ، ومحاصيل البقول ، ومحاصيل Brassica ، وكتان الزيت.

ب- المظاهر السايتولوجية :

١. التضاعف الذاتي Autopolyploidy الذي رافق المحاصيل التي لا تعطي بذوراً او منخفضة الخصوبة كما في البنجر السكري (3 X) ، والشوفان 4 X, abysinica والجت (4 X) والبطاطا والموز.

٢. التضاعف الخلطي Allopolyploidy في المحاصيل العالية الخصوبة مثل الخردل *Brassica napus* ، والشوفان ، والقمح الشيلمي Triticale (6 X) ، والحنطة (6 X, 4 X) ، وفستق الحقل (4 X) ، والقطن (4 X) والتبغ (4 X) .

٣. متضاعفات غير معرفة ill-defined polyploidy ، الدخن finger millet

٤. الاكثار الكلوني لنواتج غير البذور الذي رافقه اختزال للأزهار، والتكاثر الجنسي ودرجات متفاوتة لعقم البذور مثل السيسال Sisal ، والبطاطا الحلوة ، والقصب السكري .

٥. زيادة التربية الداخلية كما في الرز، والجت ، والفاصوليا ، والكتان ، والجلجل وعائلة Brassica .

٦. التهجين الواسع بعد الاستئناس الأولي مع الأصول البرية والدغلية الذي قاد الى الاتحادات الجديدة والارتداد كما في السيسال ، والعصفر، ومحاصيل Brassica ، والقطن ، والجلجل.

٧. التنوع الآني Incipient speciation كما في محاصيل العصفر، والشعير، والرز وفستق الحقل.

٨. أمثلة على تأثيرات جينية كبيرة في تطور المحاصيل :
العصفر (ثمرة غير منفرطة) ، الشعير (سنابل غير منفرطة ، ستة صفوف ودراس سهل) ، الحنطة (سنبلة غير منفرطة ، دراس سهل ، اقتران من نوع homoeologous في حنطة 6 X) الذرة الصفراء (صفات العرنوص) .

ان تطور المحاصيل من خلال الانتخاب الطبيعي يتأتى من الاختلافات في صفات عدة مثل الفترة الضوئية والحاجة الى التعرض لظروف درجة الحرارة المنخفضة Vernalization لغرض الازهار. وفي هذا الصدد فان المعلومات عن السيطرة الوراثية على هذه الصفات قليلة جداً. وعادة لا تزهر النبات او تترك درنات خلال الموسم تنقرض لعدم تركها نسلاً . فالذرة الصفراء المتأقلمة للظروف الاستوائية Tropical maize عديمة الفائدة في المناطق المعتدلة . وان بادرات البطاطا تفشل في اعطاء الدرنات في المناطق ذات النهار الطويل . وبالمقارنة فان الحنطة ذات الاحتياج للنهار المتعادل day neutral والرز ذات أقلمة واسعة في خطوط العرض وهذا أحد أسباب الثورة الخضراء لهذه المحاصيل في العالم الحديث (Simmonds, 1979) .

ان اسقاط البذور او الثمار قبل أوان حصادها يفقد عادة . وهناك أدلة عن الانتخاب الطبيعي لمنع آليات الأنفلاق او السقوط الاعتيادي . ويعرف لعدد قليل من المحاصيل مثل العصفر ، والحنطة والشعير في أن هناك طفرات جينية رئيسية في هذه الصفات . وفي بعض المحاصيل وخاصة لهذه الصفة مع فقدان صفة سبات البذور دوراً حرجاً في تحول النبات من الحالة البرية الى الحالة المستأنسة .

ان النباتات البرية التي تعيش في مناخات موسمية تظهر سباتاً في البذور الذي يؤدي الى تأخير الانبات الى وقت مناسب من السنة وتوزيعه على سنوات عدة . ان المزارع الذي يحصد البذور الجافة ويحفظها جافة لا يحتاج الى سبات عميق للبذور. وكما هو في الفترة الضوئية فان معلوماتنا عنها قليلة ولكن تقليل السبات الى مستويات منخفضة وحتى الى الصفر مؤكداً كما في الشوفان ، والرز ، والشيلم والحنطة وأغلب البقوليات . وهو اكثر شيوعاً واهمية مما يقدر الآن . وكان الانتخاب للصفة طبيعياً بصورة كبيرة حيث ان البذور التي لا تنمو في الوقت المناسب لا تعطي بذوراً في الموسم . ومن ناحية ثانية فان السبات الواطئ والمرحلي السريع ملائم للتقليل من المجازفة بالانبات في ظروف الحصاد الرطبة في بعض المناطق حيث ان التقليل وليس الازالة الكاملة هو المظهر السائد. ان الاصناف القريبة ومن مناشيء متنوعة وببذور سابتة مرشحة لتكون ادغالاً وقد تكون خطيرة مثل الشوفان البري في اوربا والرز البري في آسيا .

اما من ناحية المقاومة للامراض ، سواء كانت المسببة عن الفطريات او البكتريا او الفايرس او الحيوانات ، والتي تؤثر في الحاصل او تتلف الناتج المحصود لبعض المحاصيل، فتكون من عوامل الانتخاب الطبيعي للمقاومة . ان للاصناف البدائية Primitive cultivar العديد من الامراض ، ولكن يمكننا التعميم وكما أشار Simmonds, (1979) ان ليس لأي من هذه الامراض القدرة الكاسحة للقضاء على هذه الاصناف . وفي هذه الحالة فان عدم التجانس الوراثي لهذه الاصناف يكون مسؤولاً عن الحالة سواء كان ضمن الصنف او بين الاصناف. لذا فان حالات التعرض للامراض في هذه المجتمعات تستوعب buffered مهاجمة الانواع المرضية من قبل النباتات المقاومة ضمن المجتمع . الحالة معقدة بحيث لا تستطيع تقويم مدى اهمية الانتخاب للمقاومة للامراض في زراعة الاصناف البدائية المختلفة . اما في الزراعة الحديثة التي اتجهت نحو زراعة الاصناف النقية فأن تأثير الانتخاب الطبيعي واضح ، حيث انها تميل لانتاج مقاومة غير متخصصة non specific resistance .

أما تأثير الانتخاب من قبل الانسان فموضحة في الفقرات ٣ و ٥ و ٦ و ٧ السابقة. ومن الصعوبة أن نتصور ان للانتخاب الطبيعي دوراً رئيساً في هذه الحالات بينما يتضح الانتخاب الاصطناعي في انتخاب سنابل قليلة وكبيرة وسهلة الحصاد وطويلة، او من السهولة استخلاص الالياف او نواتج مستساغة والوان وأنماط جذابة. يؤثر بعض هذه التغييرات في الحاصل وبعض الآخر يكون ملائماً للمزارع او المستهلك وبعض يكون عطرياً.

وكأنتخاب ضد المحتويات السامة او عدم الاستساغة، فانه يجب ان يكون انتخاباً موجباً لزيادة العصارة والحلاوة ومحتويات الياف قليلة في جميع محاصيل الفاكهة. كذلك هناك اتجاه لتقليل محتوى البذور في تطور بعض أشجار الفاكهة خصوصاً في الانواع التي يعوض عن انخفاض خصوبتها بالاكثار الخضري او الكلوني.

وعندما يقترن الانتخابان الطبيعي والاصطناعي فيحتمل أن يؤدي الى ظهور صفات اخرى تتعلق بحجم النبات وطبيعة نموه. ولحد معين فان للنباتات الصغيرة أفضلية في توزيع النواتج بحيث تقلل الضائعات ولذلك يجب ان يكون هناك انتخاب طبيعي لكل من (زيادة البذور) ولكن في الوقت نفسه ضده (اختزال المنافسة مع الاجزاء الاخرى) وتكون اصغر حجماً وبعمر أقصر في العديد من المحاصيل (Simmonds, 1979).

التنوع ومراكز المنشأ:

كان العالم الروسي فافيلوف N.I.Vavilov اول من ابتكر أسس المعرفة الحالية عن منشأ واستئناس نباتات المحاصيل. فقد افترض ان نباتات المحاصيل نشأت بالقرب من مراكز التباين الرئيسة لأنماط النباتات. وقد اعتقد ان سبب التباين هو الطفرات التي تحصل عبر فترات طويلة من الوقت، تتراكم اشكال هذه الطفرات في مجتمعات النبات وربما تحفظ بواسطة الانتخاب. عند هجرة النباتات وانتقالها خارج مراكز المنشأ يتقلص عدد أنماط الطفرات اما بسبب الانتخاب الطبيعي او العزل او التربية الداخلية. وقد اعتقد علماء آخرون في ان التباين الموجود في الانماط وفي مناطق العالم المختلفة سببه التهجين الطبيعي Natural hybridization ويمكن ان يشمل كلاً من التهجين الطبيعي والطفرات.

كانت مراكز المنشأ مراكز للحضارات الاولى وان جميع نباتات المحاصيل الحقلية تقريبا والمزروعة في وقتنا هذا قد تطورت عن طريق هذه الحضارات. يعتمد تجهيز العالم بالغذاء

على ١٠٠٠ – ٢٠٠٠ نوع يكون ١٠٠ نوع منها فقط مهماً في التجارة العالمية. وفي الواقع فان معظم غذاء العالم يأتي من حوالي ١٥ نوعاً وجميعها ماعدا اثنين منها محاصيل حقلية. ان المعرفة بمراكز المنشأ لمربي النبات مصادر اضافية للتباين لتربية المحاصيل لغرض المقاومة للامراض والحشرات وتحسين النوعية.

تعرف فافيلوف على المراكز الاولية Primary centers حيث نجد أعلى قدر من التصنيفات الظاهرة للمحصول ويعتقد انها المكان الذي تم استئناس المحصول فيه. اما المراكز الثانوية Secondary centers فتنشأ من المراكز الاولية عن طريق الهجرة مثل الذرة الصفراء حيث تحتل المكسيك المركز الاولي لها ولكن هناك مركزاً ثانوياً طور في الصين بالنسبة للذرة الشمعية waxy corn.

وقد تساءل (1956) Harlan و (1952) Anderson عن مدى صحة العلاقة بين التنوع ومراكز المنشأ. فقد دلت ملاحظاتهم على ان للتنوع او التباين صفات المجتمعات الهجينة التي نتجت عن التهجين بين أشكال متباينة. وأوضحوا ان هذه المراكز هي مراكز التقاء لهذه الاشكال المتباينة. وقد تكون من منشأ حديث وان التباين يعود الى الطفرات والاتحادات الجديدة Recombination معا.

تعتمد الاتحادات الوراثية الجديدة ضمن النوع على درجة التهجين بين الافراد المختلفة وراثيا. حيث تحصل مستويات عالية من التهجين بين الافراد التي لها ميكانيكية معينة ضد التلقيح الذاتي Self – fertilization. فقد اقترح (1957) Stebbins ان التلقيح الذاتي نتيجة تطوريه لبعض المجتمعات التي كانت خلطية التلقيح في الأصل. ومن مناقشة الاستخدام الوراثي للتلقيح الذاتي والخلطي، تتضح امكانية الخلط التام للجينات والأليات في نظام الاخصاب. وقد أشار Stebbins الى ان عدد لابأس به من الانواع قد تطور على اساس التلقيح الذاتي، ولكن حتى في هذه الحالة فان مستوى واطئاً من التلقيح الخلطي يحصل بحيث يسمح بحصول الاتحادات الجديدة الوراثية.

يمكن ان تحصل الطفرة كحدث فريد او يمكن حصولها لمرات عدة خصوصا في المجتمعات الكبيرة. بعد حصول الطفرة، يسمح تضاعف الحامض النووي DNA في اعطاء العديد من نسخ الأليل الجديد لتتكاثر وتنقل الى الخلايا الجنسية. وبحصول التلقيح الخلطي ينتج عدد من أفراد النسل التي تحمل الاليل الطافر بتوافقات خليطة مع الاليات الاخرى.

وباستمرار النباتات في التكاثر والتزاوج عندها يحصل اتحاد جديد للطفرة مع الاليات المختلفة الاخرى ولعدد من الجينات. وهذا يسمح للطبيعة في استخدام الانتخاب الطبيعي على التوافقات الوراثية المتنوعة عبر فترات زمنية طويلة واختيار التراكيب الوراثية ذات القدرة على البقاء اكثر من غيرها. ان نظام الطفرات ومن دون شك المصدر الشائع والقوى للتباين الوراثي الجاهز لعملية التطور (Welsh, 1981).

ملخص:

١. حصل الاستئناس بصورة مستمرة منذ حوالي ٩٠٠٠ سنة كذلك استمرت التغيرات التطورية.
٢. وقد حصل الاستئناس وتطور المحاصيل حيثما تمت ممارسة الزراعة.
٣. المسؤول عن عملية الاستئناس والتطور هم المزارعون ومربو النبات عبر العصور المختلفة.
٤. شملت عملية الاستئناس والتطور مجاميع من العوامل والاجناس التي ضمت مختلف المحاصيل الزراعية التي تعكس تغاير الظروف البيئية وتلبية الحاجات الانسانية.
٥. ميكانيكية تطور المحاصيل تضم عوامل التطور الطبيعي (الداروينية المحدثة) وتشمل تمايز المجتمعات جغرافيا وبيئيا تحت ضغط الانتخاب لعمليات الملائمة التكاثرية والتعويض الجيني مع التهجين التكراري. يساعد في ذلك حصول المتضاعفات في النباتات البرية والمزروعة. ويشمل الانتخاب في المحاصيل على مكونات طبيعية وبشرية.
٦. تقع على عاتق مربي النبات التطور المستقبلي لنباتات المحاصيل في الحصول على أنواع جديدة تلبي الحاجات البشرية ومن خلال فهم ماجرى للنبات في العصور السابقة.

References

مصادر الفصل الثاني

العذاري ، عدنان حسن محمد ١٩٨٧ . أساسيات في الوراثة . دار الكتب ، جامعة الموصل / وزارة التعليم العالي والبحث العلمي / الجمهورية العراقية .

Adary, A.H. 1985. Preliminary studies on pure lines populations isolated from the local landrace Saberbeg wheat(*Triticum aestivum* L.). Zanco vol. 3 No.4:17–30.

Anderson, Edgar. 1952. Plants, Man and Life. Little and Brown Company, Boston, U.S.A..

Dobzhansky 1949. Genetics and Origin of Species. Columbia University Press. New York 2nd edition).

Harlan J.R. 1956. Distribution and utilization of natural variability in cultivated plants. Brook harver Symp. Biol. 9:191–208.

Harlan, J.R. 1970. The genetics r esource in plant. R.A. Davis. Philadelphia. pp 24–25.

Harlan, J.R. 1971. Agricultural Origins: Centers and Non– Centers. Science, 174: 468–74.

Harlan, J.R. 1975. Crops and Man. Madison, Wis. U.S.A

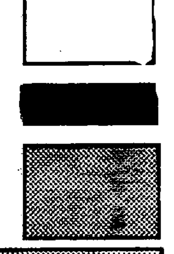
Huxley, J. 1940. The new Systematics (ed.)Oxford Univ.Press.

Simmonds, N.W. 1979. Principles of Crop improvement.Longman, London and New York. pp 1–26.

Stebbins, G.L. 1957. Self–fertilization and population variability in higher plants.Am. Nat. 91:337–354.

Welsh, J.R. 1981. Fundamentals of plant Genetics and Breeding. John Wiley, New York. pp 106.

الفصل الثالث
أنظمة التكاثر في النباتات
Reproduction Systems in Plants



الفصل الثالث

أنظمة التكاثر في النباتات

Reproduction Systems In Plants

مقدمة :

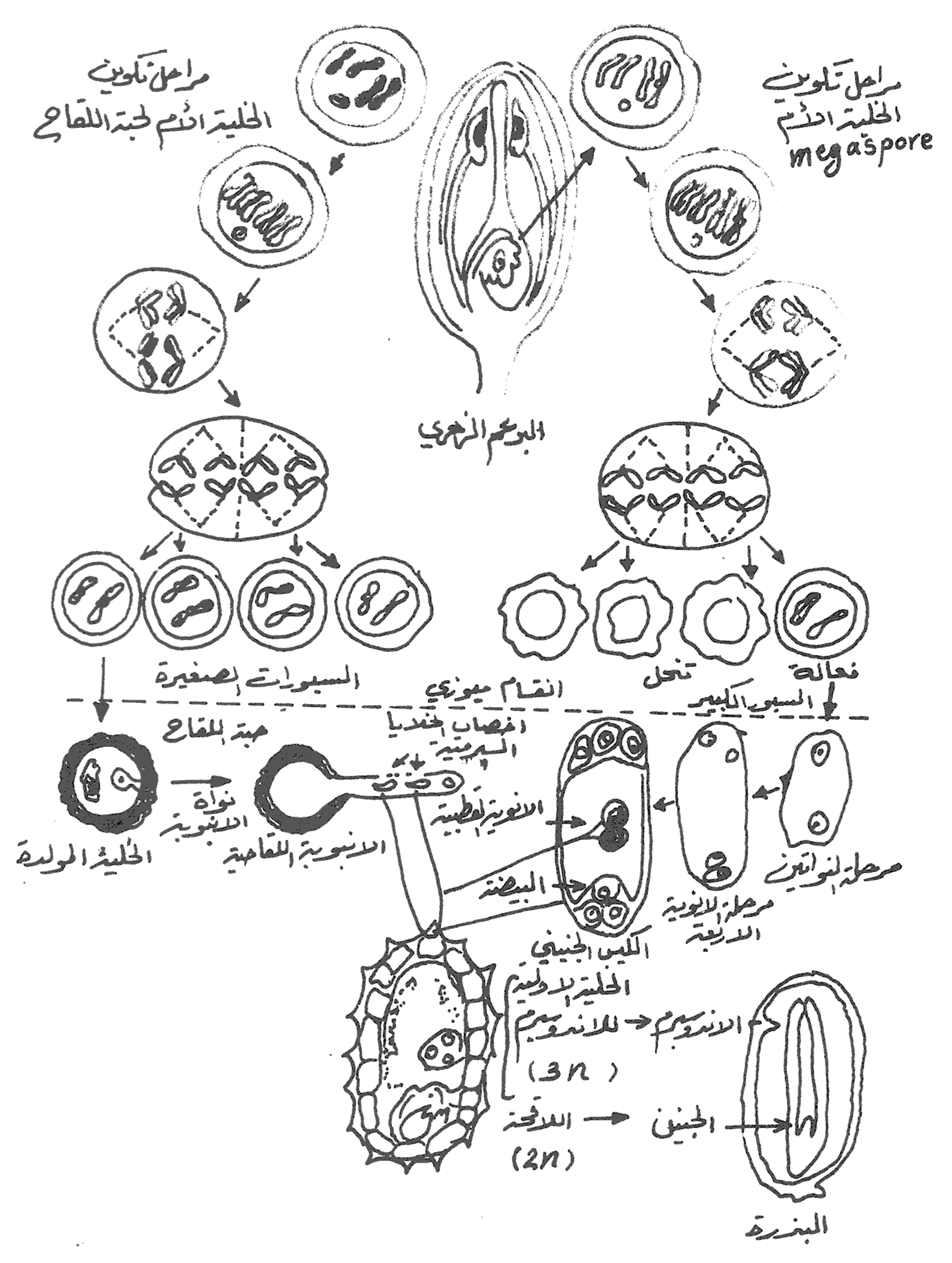
ينبغي على مربي النبات ان يكون ملما بنظام تكاثر المحصول الذي يعمل عليه ، حتى يمكنه استخدام طريقة التربية الملائمة. حيث ان معرفة الآلية الوراثية والطبيعية لانظمة التكاثر المختلفة ضرورية جدا في تخطيط وتنفيذ برامج التربية.

في نباتات المحاصيل هناك نظامان رئيسان للتكاثر. الأول تكاثر جنسي Sexual reproduction والثاني تكاثر لاجنسي او خضري Asexual reproduction وفي الفقرات التالية سنتكلم بالتفصيل على هذين النظامين.

التكاثر الجنسي في نباتات المحاصيل :

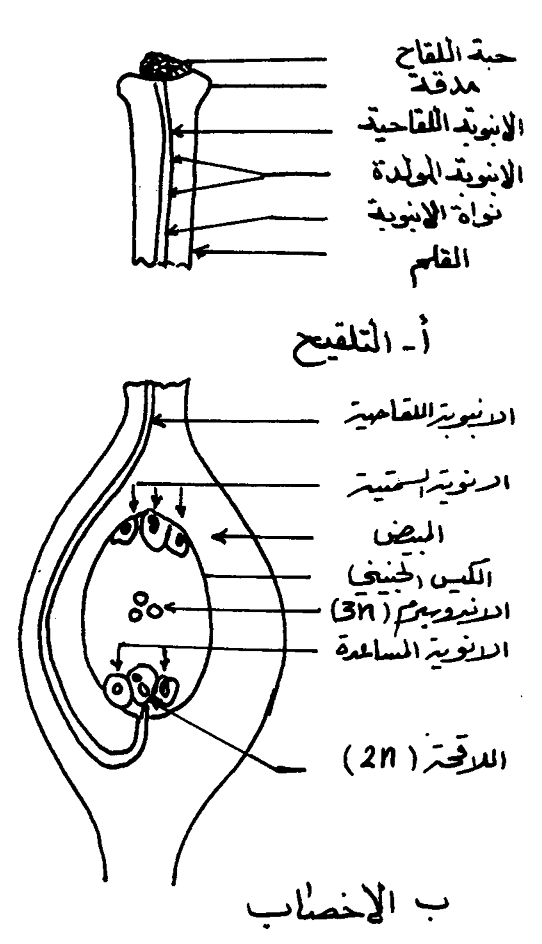
في التكاثر الجنسي نحصل على النسل من اتحاد الكاميتات الذكرية والانثوية. ولا يمكن الحصول على مديات واسعة من التباين الوراثي في النباتات الا عن طريق التكاثر الجنسي. يحصل التكاثر الجنسي في النبات عادة في الزهرة flower التي تحتوي على التراكيب الجنسية الخاصة بالتكاثر. تتكون الزهرة من أربعة اجزاء زهرية هي السبلات Sepals ، الاوراق التويجية Petals والأسدية Stamens والمتاع (المدقة) Pistil. السبلات والأوراق التويجية قد لاتكون ضرورية لعملية التكاثر. ان الاسدية والمدقات فقط تعمل في انتاج البذور. تتكون السداة من المتك anther والخويط filament وحبوب اللقاح Pollen grain (داخل المتك). اما المدقة فتتكون من الميسم Stigma ، والقلم Style ، والمبيض Ovary والبويضات Ovules. يتراوح عدد البويضات في المبيض من

واحد كما في الحنطة والشعير الى عدة مئات كما في التبغ . الشكل (٣ - ١) يوضح اجزاء الزهرة .



شكل ٣ - ١ الاكثار الجنسي في مغطاة البذور Angiosperms

يحصل الانقسام الميوزي meiosis في الزهرة في كل من الاعضاء الذكرية والانثوية لتعطي حبوب لقاح تحتوي على نصف العدد الكروموسومي (n) في الكائن الثنائي المجموعة الكروموسومية diploid (2nd). كذلك يحصل بالنسبة للبيوض. يوضح الشكل (٣- ٢) عملية تكوين الكاميتات والاخصاب وتكوين البذور في نباتات المحاصيل.



شكل ٣- ٢ التلقيح والاخصاب في نباتات مغطاة البذور

أشكال الازهار :

تكون الازهار اما كاملة خنثى وهذه تحتوي على الاعضاء الذكرية والانثوية كما في أزهار الكتان ، والتبغ ، والسلجم ، وفول الصويا ، والقطن والنباتات البقولية مثل الجت والهرطمان ، تحتوي الازهار الخنثى غير الكاملة عادة على اعضاء التذكير والتأنيث ولكن بدون سبلات او اوراق تويجية مثل الحنطة والشعير ، والشوفان ، والذرة البيضاء ، والقصب السكري والرز وحشائش المراعي . وقد تكون الازهار وحيدة الجنس unisexual أي أن هناك أزهاراً مؤنثة Pistillate او مذكرة Staminate كما في نباتات الذرة الصفراء والخيار والقرع . عندما تكون هذه الازهار في النبات نفسه يطلق عليها احادية المسكن monoecious ، او أن الازهار المذكرة او المؤنثة واقعة على نباتات مختلفة لذلك فانها تكون ثنائية المسكن dioecious كما في القنب Hemp وحشيشة الدينار Hops وحشيشة بفالو buffalograss .

تكوين الكاميتات :

تنتج جميع الكاميتات التي تشترك في التكاثر الجنسي من خلال عملية الانقسام الميوزي . نحصل من عملية تكوين الكاميتات الذكرية microsporogenesis على أربع خلايا احادية المجموعة الكروموسومية Haploid من عملية انقسام الميوزي .تدعى هذه الخلايا بالسبورات المصغرة microspores والتي عندما تنضج تكون حبوب اللقاح Pollen grain في المتك . قبل عملية التلقيح تنقسم النواة في حبة اللقاح انقساما ميتوزيا لتكون نواتين : الاولى تدعى بالنواة الانبوبية tube nucleus والتي تبقى كاملة والثانية تدعى النواة المولدة generative nucleus التي تنقسم ميتوزياً على نواتين ذكريتين 2 sperm nucli وفي النتيجة تحتوي حبة اللقاح على ثلاثة نوى احادية المجموعة الكروموسومية (In).

التزهير anthesis يعبر عن نضج المتك يرافقه استطالة الخويط الذي يحمل المتك . وفي العديد من الأنواع فان استطالة الخويط يعبر عن خروجه من الزهرة وبذلك يوفر حبوب اللقاح لنباتات اخرى . وعند الوصول الى النضج تنفتح المتوك او تتمزق وبذلك تطلق حمولتها من حبوب اللقاح .

عند تكوين الكاميتات الانثوية megasporogenesis تتحلل ثلاثة من الخلايا الاحادية الناتجة عن الانقسام الميوزي للخلية الأمية الانثوية ، وتتضخم الخلية الباقية

لتصبح مايدعى بالكيس الجنيني embryosac. هناك تغايرات عديدة للخطوات التالية ولكن سنذكر هنا الحالة العامة ، حيث تحصل ثلاثة انقسامات ميتوزية متعاقبة بحيث نحصل على ثماني نوى احادية المجموعة الكروموسومية (1n) من النواة الاصلية. تهاجر الأنوية الى المواضع الموضحة في الشكل) (٣ - ١). تقع نواة البيضة واثنتان من الخلايا المساعدة Synergids عند نهاية المبيض قرب النقير micropyle وتقع ثلاث من الخلايا السمتية antipodal cells في طرف المبيض المقابل للنقير. تبقى اثنان من النوى القطبية في مركز الكيس الجنيني (Welsh, 1981).

الاخصاب : Fertilization

تعبر عملية التلقيح عن وصول اللقاح الى الميسم وهي بداية لعملية الاخصاب. تكون حبة اللقاح انبوباً ينمو داخل نسيج القلم نحو النقير. خلال هذا الدور تتحرك النواة الانبوبية في مقدمة نواتي السبرمية sperm nuclei (شكل ٣ - ٢). وعندما تصل النواة الانبوبية الى النقير تتحلل وتدخل نواتا السبرمية الى الكيس الجنيني.

وفي لحظة الاخصاب تتحد احدى نواتي السبرمية مع البيضة لتكون اللاقحة Zygote وتتحدد الاخرى مع النواتين القطبيتين لانتاج نواة الاندوسبرم. تدعى هذه العمليات بالاخصاب المزدوج Double fertilization والتي ينتج عنها لاقحة ثنائية المجموعة الكروموسومية (2n) ونواة الاندوسبرم ثلاثية المجموعة الكروموسومية (3n). حوالي ٨٥٪ من ذوات الفلقتين تتبع هذه العمليات في الاخصاب. اما البقية فيكون لها اخصاب مزدوج ولكن تحتوي على تغايرات تتعلق أساسا في عدد النوى الموجودة في الكيس الجنيني في وقت الاخصاب.

عادة تنتج حبوب اللقاح بكميات وفيرة وبصورة أكثر من العدد المستعمل في الاخصاب وهذا واضح في وفرة حبوب اللقاح في حقل الذرة الصفراء عند التزهير. ان هذه الوفرة ضرورية لمقاومة نسبة الموت العالية في حبوب اللقاح. كذلك فان عددا من حبوب اللقاح يمكن ان يسقط على الميسم الواحد. وتنمو الأنابيب اللقاحية لها داخل نسيج الميسم ولكن الذي يفوز هو الكاميت الذكري الذي يكمل الرحلة ويخصب البيضة. ويوفر هذا آلية غربلة مؤثرة ضد الكاميتات الضعيفة بسبب خللها الوراثي او غير المتوافقة مع نسيج الانثى. وقد لعبت هذه الوفرة من حبوب اللقاح دورا مهما في عملية التطور.

يوفر الاندوسبرم نظاماً للاسناد الغذائي للجنين النامي خلال المراحل المبكرة من النمو ولكن ليس له تأثير وراثي في الجيل التالي، حيث ان هذا التأثير محصور باللاقحة فقط. ولكن الاندوسبرم يلعب دورا مهما في النواحي الاقتصادية للعديد من المحاصيل كما في الحنطة والشعير والشوفان والرز والذرة الصفراء. تعتمد الانتاجية على قدرة النبات على اعطاء عدد كبير من الحبوب باندوسبرم ذو خواص فيزيائية وكيميائية معينة. وبسبب عملية الاخصاب المزدوج فان الانثى تشارك دائما بأليلين للتركيب الوراثي للاندوسبرم والذكر يشارك بأليل واحد لذلك فان التهجين AA * aa سيكون لها اندوسبرماً بتركيب وراثي AAa. اما التهجين المتقابل aa * AA فسيعطي اندوسبرماً بتركيب Aaa. وان التهجين بين التراكيب الخليطة سيعطي جميع التوافقات الممكنة ويمكن ان يكون تكرار الأليل في احد المواقع صفر، ١، ٢ أو ثلاثة.

ان حجم الاندوسبرم وتطوره يمكن ان يتأثر وراثيا بطريقتين:
الاولى: انعكاس المعلومات الوراثية للاندوسبرم في مظهره الخارجي النهائي كما في لون اندوسبرم الذرة الصفراء ومحتوياته من فيتامين A. الثانية: تتمثل في السيطرة على تكوين الاندوسبرم عن طريق التكوين الوراثي للنبات والذي ينعكس في كيفية النشاطات التي ينتجها النبات. فالتركيب الوراثي الذي لايعمل بشكل جيد تحت ظروف الشد سينتج بذورا تحتوي على اندوسبرم ضامر.

في نبات ذوات الفلقتين مثل الباقلاء، والبزاليا يلعب الاندوسبرم دوراً صغيراً بينما يصبح للفلقة دور رئيس. والفلقتان جزء من الجنين الذي نما من اللاقحة (2n) وتتبع نمط الانعزال الاعتيادي. وعندما درس مندل لون البذرة في البزاليا فأنه كان ينظر في الحقيقة الى لون الفلقتين. لذلك كانت دراسته على نمط توريث الجنين ولم تختلط مع نمط توريث الاندوسبرم (3n).

انظمة التلقيح الطبيعي:

من الطبيعي تنقسم أنظمة التلقيح على قسمين، الاول: التلقيح الطبيعي الذاتي الذي يعبر عن اتحاد حبة اللقاح مع الميسم اما من نفس الزهرة او من زهرة اخرى على نفس النبات وكما يحصل في الازهار الخنثى. الثاني: هو التلقيح الطبيعي الخلطي والذي يحصل من اتحاد حبة لقاح من احدى النباتات مع ميسم لنبات مختلف. ويعني التلقيح المفتوح open pollination ان النباتات حرة في تلقيح نفسها او مع نباتات اخرى:

ويجب التمييز بين مصطلحي التلقيح والاخصاب. ان التلقيح لا يعني حصول الاخصاب اوتوماتيكياً، حيث يمكن حصول التلقيح الذاتي او الخلطي دون ان يعقبها الاخصاب (اتحاد للكاميتات). من الصحيح القول بالاخصاب الذاتي او الخلطي لوصف تكوين اللاقحة.

ميكانيكية السيطرة على التلقيح والاخصاب:

في النباتات ذات الاخصاب الذاتي توجد فرصة كاملة لحبة اللقاح للوصول الى ميسم الزهرة نفسها، وتكون حبة اللقاح فعالة تماماً في بدء ونمو الانبوبة اللقاحية داخل أنسجة القلم ويكتمل الاخصاب بصورة اعتيادية. ان وجود درجة عالية من الاخصاب الذاتي لا يمنع امكانية حصول الاخصاب الخلطي تماماً. يدرج الجدول (٣- ١) قائمة بالمحاصيل ذاتية التلقيح. وفي حالات عديدة يحصل اخصاب خلطي بتكرار واطئ. فعلى سبيل المثال يكون الشعير ذاتي الاخصاب بدرجة كبيرة ولكن يحصل فيه اخصاب خلطي بحدود ٥٪ (Welsh, 1981). ان درجة التلقيح الخلطي تعتمد على كل من التركيب الوراثي والعوامل البيئية مثل درجة الحرارة، والرياح، ونسبة الرطوبة. ففي محاصيل الحبوب الذاتية الاخصاب تؤدي فترات الجو البارد الطويلة خلال الازهار الى اطالة حياة حبة اللقاح وزيادة فترة تقبل المياسم لحبوب اللقاح. اما الجو الحار والجاف المصحوب بهبوب الرياح فأنه يقلل من عمر حبة اللقاح ويختزل الاخصاب الخلطي.

ان الميكانيكية العامة التي تؤمن الاخصاب الذاتي تشمل التلقيح الذاتي قبل تعرض المياسم لأي حبوب غريبة. ويمكن لمربي النبات ان يؤمن التلقيح الذاتي الكامل عن طريق تكييس الازهار قبل وصولها مرحلة النضج الجنسي. وفي الطبيعة تساعد الزهرة الكاملة المحتوية على الأسدية والمدقات في التلقيح الذاتي ولكن ذلك ليس مضموناً ضماناً اكيداً. وفي الازهار المنغلقة CLeistogamy حيث لا تنفتح الازهار نهائياً تؤمن الاخصاب الذاتي. وعلى العموم تتأثر درجة التعبير عن غلق الزهرة بتغير التراكيب الوراثية والبيئية. وقد وجدت الزهرة متفاوتة في انغلاقها في اصناف فول الصويا، وكذلك وجد ان للظروف البيئية تأثيراً في ذلك (Erickson, 1975).

هناك ميكانيكية اخرى لتأمين الاخصاب الذاتي في النباتات التي تنفتح ازهارها Chasogamy حيث يحصل التلقيح والاخصاب قبل انفتاح الزهرة. ومن الامثلة على ذلك الحنطة، والشعير، والشوفان والرز. وفي العادة فأن لمثل هذه الانواع درجة اعلى من

جدول ٣ – ١. بعض الأمثلة على محاصيل ذاتية الاخصاب

الشعير	البطاطا
الحنطة	الطماطة
القطن	الخس
الرز	
الكتان	الباميا
الشوفان	المشمش
فستق الحقل	الخوخ
التبغ	البزاليا
الفاصوليا	
البرسيم الحلو	
الذرة البيضاء	
الهرطمان	
فول الصويا	

الاخصاب الخلطي مقارنة بالازهار المنغلقة ولكنها تعدّ ذاتية التلقيح بسبب حصول التلقيح المبكر وبشكل كبير خلال عملية التزهير. وفي مرحلة الازهار المرئي نشاهد بروز المتوك من الزهيرات وهذا يؤشر حصول الاخصاب ايضاً. وتعتمد درجة الاخصاب الخلطي في هذا الشكل من الازهار على التركيب الوراثي والظروف البيئية.

هناك عددٌ من المحاصيل الذاتية التلقيح التي تصل فيها نسبة التلقيح الخلطي الى ٥٠٪ مثل القطن، والذرة البيضاء والحشيش السوداني. رغم ان هذه المحاصيل ذاتية الاخصاب بدرجة عالية الا ان تعرض المياسم وشيئاً من عدم التوافق بين نضج حبوب اللقاح والميسم يؤديان الى حصول زيادة في نسبة التلقيح الخلطي. وتعمل الرياح كما في الذرة البيضاء والحشيش السوداني والحشرات في القطن كنواقل رئيسة لحبوب اللقاح.

الجدول (٣– ٢) يبين المحاصيل الخلطية الاخصاب وهي الانواع التي لها تلقيح خلطي بنسبة أكثر من ٥٠٪. وهناك عدد من الآليات التي تساعد في ارتفاع نسبة

التلقيح الخلطي. (١) حالة احادية المسكن monoecious حيث تقع الاعضاء الذكرية والانثوية على اجزاء مختلفة من النبات نفسه. في الذرة الصفراء تقع النورة الذكرية في قمة النبات والنورة الانثوية في أبط الاوراق. وعلى العموم فان احادية المسكن بحد ذاتها لا تؤمن التلقيح الخلطي، في الذرة الصفراء يمكن اجراء التلقيح الذاتي بسهولة بطرق العزل الاعتيادية. وعلى العموم فان وفرة انتاج حبوب اللقاح في حقل الذرة والاختلافات في وقت النضج بين المتوك في النورة الذكرية والحريرة او المياسم يؤديان الى حصول نسبة عالية من الاخصاب الخلطي.

جدول ٣- ٢. بعض الأمثلة على محاصيل خلطية الاخصاب

الجت	اللهانة	اللوز
البنجر السكري	الجزر	التفاح
الذرة الصفراء	الكرفس	الموز
*الجلجل	الخيار	الكرز
*حشيشة الدينار	البصل	التين
البرسيم الأحمر	العنجاص	*نخل التمر
برسيم السايك	القرع الأحمر	العنب
حشيشة الشيلم	الفجل	الزيتون
الشيلم	السبيناغ	العرموط
عباد الشمس	التوت الأوربي (الشليك)	البكان
البرسيم الحلو	الرقي	العنجاص
برسيم رجل الطير	الاسبركس	الجوز

* ثنائية المسكن.

ان نضج المياسم قبل حبوب اللقاح Protandry ونضج حبوب اللقاح قبل المياسم Protogamy يؤديان الى حصول الاخصاب الخلطي. وهناك تغايرات في هذه الانظمة باختلاف الانواع وان وجود هذه الآليات لا ينفي حصول الاخصاب الذاتي تماماً.

عندما تكون النباتات الانثوية منفصلة عن النباتات الذكرية اي في حالة ما يدعى بثنائية المسكن dioecy فان ذلك يؤمن التلقيح الخلطي تماماً كما في نباتات حشيشة الدينار Hops ، والقنب hemp ، والاسبركس asparagus ، والسبيناغ والنخيل. ان السيطرة الوراثية على التحديد الجنسي في النباتات الثنائية المسكن وصفت لاول مرة في اوائل عام ١٩٠٠ وأصبحت مهمة جداً في استراتيجيات تربية النبات خصوصاً في الذرة البيضاء. وعلى سبيل المثال يظهر ان ثنائية المسكن يتحكم فيها عدد من المواقع الجينية مسؤولة اما عن منع تكوين المتوك او الكربلات. ويسيطر على هذه المواقع مواقع اخرى رئيسة بالأليلات M او m. فاذا كان التركيب الوراثي للنبات Mm يكون ذكراً Staminate ، بينما يكون التركيب mm انثى Pistillate.

وان التركيب الوراثي MM غير ممكن. ويسيطر على هذه الاشكال الجنسية الثنائية عادة وفي العديد من الانواع عن طريق علاقات ارتباط معينة ضمن كل مجموعة جنسية. تم حماية هذا الارتباط من اعادة التوافق recombination بالعبور الوراثي عن طريق تطور كروموسومات جنسية مختلفة الشكل مشابهة للموجودة في الانواع الحيوانية.

عدم التوافق الذاتي : Self incompatability

تتناول هذه الميكانيكية اعتماد نمو الانبوبة اللقاحية لحبة اللقاح على التركيب الوراثي لتوافقات معينة للكاميتات الذكرية والانثوية. ومن ناحية تربية النبات فان عدم التوافق الذاتي يحد وبدرجة خطيرة من التوافقات الوراثية الممكنة والتي يمكن انتاجها بالعبور الوراثي. ان عمل عدم التوافق الذاتي يتركز حول فكرة ان حبة اللقاح تكون غير متوافقة مع نسيج القلم اذا لم تنبت او تنتج انبوبة تنمو نمواً بطيئاً جداً للانبوبة اللقاحية. وبهذا يكون الاخصاب محدداً فقط بحبوب اللقاح المتوافقة والتي تنبت وتكون انبوبة لقاحية اعتيادية النمو حتى ولو سقط كلا النوعين من حبوب اللقاح على الميسم في آن واحد.

يسيطر على التوافق او عدم التوافق الذاتي نظام وراثي يعمل في كل من النبات الانثى والذكر. من ناحية النشاط يستند النظام على التداخل الفسيولوجي بين حبة اللقاح (1n) والقلم (2n). هناك سلسلة آليلات متعددة يرمز لها بـ S تحكم النظام. تقليدياً افترض وجود موقع جيني واحد للسيطرة ولكن ذكر وجود موقعين في بعض الأنواع (Pandy, 1977). في المناقشات التالية سنفترض وجود موقع واحد وسلسلة الآليلات S_3 ، S_2 ، S_1 التي نشأت عن طريق الطفرات. يتغاير عدد الآليلات على وفق النوع.

آ- عدم التوافق الكاميتي Gametophtic system

في هذا النظام يحصل عدم التوافق عندما يوجد آليل مشترك بين حبة اللقاح والميسم. وكمثال التهجين ($S_1S_2 * S_1S_2$) يكون غير متوافق بسبب كون التركيب الوراثي لحبوب اللقاح اما S_1 او S_2 وكلاهما يشبه الآليلات الموجودة في نسيج القلم. اما التهجين ($S_1S_3 * S_1S_2$) سيكون متوافقاً وينتج نسلاً بالتركيب الوراثي (S_1S_3 , S_2S_3) بسبب حمل الكاميت الذكرى الاليل (S_3) والذي يكون فعالاً. التهجين المتقابل سيكون متوافقاً وينتج النسل (S_1S_2 , S_2S_3). ومن الناحية النظرية لا يمكن الحصول على اصالة وراثية للأليل (S).

ب- النظام السبوري : Sporophytic system

يحتوي هذا النظام على شكل من أشكال السيادة Dominance. حيث يكون الأليل S_1 سائداً على جميع الآليلات الاخرى و S_2 سائداً على جميع الآليلات الاخرى ما عدا S_1 وهكذا. وأثناء عملية تكوين السبورات microsporogenesis فان جميع حبوب اللقاح وبغض النظر عن التركيب الوراثي فانها تبقى على الاستجابة المظهرية للأليل السائد في النسيج الثنائي للأب. فعلى سبيل المثال فان الأب بالتركيب الوراثي S_1S_2 سينتج حبوب لقاح بالمظهر S_1 فقط رغم ان بعضاً من حبوب اللقاح بالتركيب الوراثي S_2. ولا توجد سيادة يعبر عنها من جهة الانثى، وتعمل الانثى بصورة تماثل بالضبط كما في حالة النظام الكاميتي (Welsh, 1981). في النظام السبوري يكون التهجين ($S_1S_3 * S_1S_2$) غير متوافق بسبب تأثير السيادة من جهة الأب والذي تملي ان حبوب اللقاح من التركيب (S_1) و (S_3) لها المظهر نفسه (S_1). وان (S_1) غير متوافق مع نسيج القلم (S_1S_2). وبالمقارنة مع النظام الكاميتي فان النظام السبوري يسمح ببعض الأصالة الوراثية للأليل (S). وكمثال التهجين($S_1S_2 * S_2S_3$)سيعطي نسلاً من التركيب (S_1S_2) و (S_1S_3) و (S_2S_2) و (S_2S_3).

يعتقد ان الاختلاف بين النظامين يعتمد على توقيت تكوين عنصر حيوي يرافق استجابة حبة اللقاح لعدم التوافق. وربما يحصل هذا في الادوار المتأخرة جداً من تطور النظام الكاميتي وبشكل مبكر جداً في النظام السبوري.

من هذه المناقشة نرى ان نظام عدم التوافق يشجع على الاخصاب الخلطي في أنواع عدة. وقد حصل على نجاحات كبيرة عن طريق المطفرات للحصول على طفرات في الاليل

(S) والتي يمكن ان تنتج اخصاباً ذاتياً في الانواع غير المتوافقة ذاتياً. وفي حالات اخرى والتي تنمو فيها الانبوبة اللقاحية ببطء فان بالامكان الحصول على الاخصاب الذاتي اما عن طريق التخلص من حبوب اللقاح الغريبة، او ازالة جزء من القلم او المعاملة الميكانيكية باستخدام الحرارة او التبريد في القلم. لذلك يعد عدم التوافق الذاتي ميكانيكية تشجع التزاوج بين التراكيب الوراثية غير المتشابهة ولكنها تسمح بقدر معين من المرونة للتوافقات الوراثية.

تحديد نظام الاخصاب :

ان معرفة نظام الخصوبة مهم في التحسين الوراثي لأي نوع بسبب كون الميكانيكية التي تتحكم في تسهيل الحصول التوافقات الوراثية الجديدة. وترد العديد من الاسئلة في حقل التربية حول درجة الاخصاب الذاتي او الخلطي، واذا ما حصل اخصاب خلطي فما هي الميكانيكية المسؤولة عن ذلك؟ واذا ما كان هناك امكانية للاخصاب الذاتي فما هي النتائج الوراثية؟

ليس من الصعوبة ايجاد مقدار الاخصاب الذاتي او الخلطي في محاصيل مثل الحنطة والشعير. ان استخدام العلامات الوراثية genetic marker مثل اللون يكون جيداً في مثل هذه الدراسات. وعلى سبيل المثال زراعة الصنف الأصيل للجين السائد للقنابع الحمراء بجانب النبات الأصيل للقنابع البيضاء في الحنطة. فالبذور المنتجة والمحصودة من النبات الأبيض القنابع تزرع ثم يتم حساب عدد النباتات ذات القنابع الحمراء في العشيرة الناتجة وتنسب لتكون نسبة التلقيح الخلطي بين الكاميتات الانثوية للصنف الأبيض القنابع والكاميتات الذكرية للنبات ذي القنابع الحمراء. ويجب ان نذكر ان هذا الاختبار يعطي كمية التلقيح الخلطي بين نباتات الآباء تحت ظروف بيئية معينة ويمكن ان تعطي اصنافاً وبيئات اخرى نتائج مختلفة.

ان تقويم الأنواع ذات المستوى الاخصابي الخلطي الطبيعي العالي غير سهل ويحتاج الى درجة معينة من العزل لتحديد نسبة التلقيح الذاتي او الخلطي. وفي العزل المكافيء يتم منع النباتات من استلام حبوب لقاح غريبة بسبب المسافة غير ان هذا غير عملي في أغلب الحالات بسبب زراعة النوع في مساحة جغرافية واسعة.

البدائل التي تستعمل على نطاق واسع هو استعمال بعض اشكال العزل الميكانيكي مثل التكييس او الوضع في اقفاص. هناك عدد من المشاكل التي نصادفها في مثل هذه

الحالات. ففي حالة التكييس قد تتغير الظروف البيئية داخل الكيس مثل درجة الحرارة، والضوء، والرطوبة النسبية بحيث تكون البيانات انعكاساً لظروف ميكانيكية العزل وكذلك نظام الاخصاب. كذلك قد تكون هناك حاجة الى حوامل لحبوب اللقاح مثل الحشرات التي تحتاجها في الانظمة الطبيعية. يجب تصميم طرق العزل بحيث تشمل الحشرات او وسائل بديلة لنقل حبوب اللقاح.

حتى ولو امكن ايجاد درجة التلقيح الذاتي او الخلطي فان مسألة الميكانيكية التي تحكم الاخصاب لا تزال بحاجة الى استقصاء بطرق جديدة تتطلب فريقاً من المربين وعلماء الوراثة. ان الدراسات الموسعة لنظام عدم التوافق الذاتي مثال جيد في هذا الخصوص. في حالة المربي فان بامكانه الاعتماد على المعلومات المتوفرة وتصميم برنامج التربية حول النظام الملاحظ دون الفهم الكامل للميكانيكية الكاملة حول الموضوع.

أنظمة التلقيح الاصطناعي:

ان من صلب برامج التربية، القدرة على انتاج التوافقات الوراثية الجديدة ثم انتخاب الأنماط الجيدة. لانجاز هذه المهمة يجب العمل على التقاء كل من الكاميتات الذكرية والانثوية من الاكباء المرغوبة. ان انتاج الهجن هي من أكثر خطوات برنامج التربية أهمية. وهنا يجب التمييز بين العملية الميكانيكية للتهجين وانتاج النسل من توافقات أبوية معينة. ان عمل التهجين يستغرق فترة زمنية قصيرة. ولكن تصميم التوافقات الأبوية من جهة اخرى يتطلب الأساس المعرفي والتدريب وذكاء المربي. سنتناول في هذه المناقشة ميكانيكية عمل التهجينات. اما مسألة اختيار الآباء فستتم في الفصول القادمة:

لا يمكن تغطية جميع طرق التهجين في المحاصيل المختلفة لتغايرها الكبير واختلاف ميكانيكية التزهير ضمن وبين الأنواع. وتملي هذه التغايرات عدداً واسعاً من تقنيات التهجين. وسنذكر النقاط الرئيسة في هذا الصدد وعلى الطالب مراجعة مصادر اكثر تخصصاً لكل من المحاصيل المختلفة والمذكورة في نهاية الفصل مثل Poelhman (1983) و Bhanderi, (1979) وغيرهم.

ان هدف اي برنامج للتهجين هو وضع الكاميتات الذكرية والانثوية معاً بحيث يتوافقان بشكل ناجح لانتاج الهجين والتوافقات الابوية الجيدة التي تعطي النسل المرغوب.

وفي الانواع التي تكون فيها الزهرة خنثى فمن الضروري ازالة المتوك أي اجراء عملية الاخصاء Emasculation قبل التزهير. وهذا ضروري جداً في النباتات الذاتية الاخصاب ، بينما العملية ليست ضرورية بنفس الدرجة في الأنواع ذوات الدرجة العالية من العقم الذاتي. تتغاير تقنيات الاخصاء باختلاف حجم المتك وموضعه ضمن الزهرة والوقت النسبي للنضج بين المتوك والميسم. الطرق الشائعة لازالة المتوك تكون باستعمال الملاقط والمقصات ، والاظافر ، وعيدان الاسنان او بعض معدات المص. نحتاج للعملية قوة نظر جيدة ويداً ثابتة في العديد من الانواع ذات الأزهار الصغيرة. في بعض الأحيان يمكن اجراء الاخصاء باستعمال طرق الشد البيئي مثل الماء الحار الذي ينتج عنه موت حبوب اللقاح. في النباتات الأحادية المسكن والثنائية المسكن تكون عملية الاخصاء سهلة جداً ، ففي الذرة الصفراء على سبيل المثال تشمل عملية الاخصاء على كسر النورة الذكرية فقط.

بعد اخذ الاحتياطات للتخلص من حبوب اللقاح غير المطلوبة تأتي الخطوة الثانية وهي اجراء عملية التلقيح Pollination. ويعتمد توقيت العملية على وجود حبوب اللقاح الناضجة في وقت تقبل المياسم لها. يختلف الوقت من عملية الاخصاء وحتى التلقيح من نوع لآخر. ففي محاصيل الحبوب يجب انجاز التلقيح في فترة ١ – ٥ أيام من بعد الاخصاء ، بينما في بعض الأنواع يمكن اجراء الاخصاء والتلقيح في الوقت نفسه.

هناك عدد من الطرق لنقل حبوب اللقاح واستخدامها على الزهرة المخصبة :

(١) يمكن وضع الازهار المتفتحة قرب الزهرة الانثى وذلك بوضعها في كيس يضمها معاً وعلى فترات يمكن رج الكيس لاثارة حبوب اللقاح.

(٢) يمكن جمع حبوب اللقاح من الازهار الذكرية المرغوب فيها ووضعها على الميسم يدوياً باستخدام فرشة او ملقط.

(٣) في الأنواع ذات الأزهار المغلقة يمكن ازالة المياسم من الازهار الملقحة ذاتياً حديثاً مع حمولتها من حبوب اللقاح وتفرش بها الازهار المخصية. ومهما تكن الطريقة فانه يجب الحذر لتأمين استخدام حبوب اللقاح المناسبة على الميسم المطلوب. وقد يتطلب هذا بعض التعقيم للالآت المستعملة للتلقيح عند استعمال مصادر مختلفة من الذكور.

ان الفترة التي تبقى فيها حبوب اللقاح حية Pollen longevity مهمة جداً في عملية التهجين. ان مربي الحبوب محددون بالحصول على حبوب اللقاح من النباتات الذكرية المتوفرة في الموقع وذلك لان عمر حبة اللقاح في العديد من الحشائش يكون

دقائق قليلة . وعادة هناك حاجة للعزل عن طريق التكييس قبل التلقيح وبعده وذلك لابعاد حبوب اللقاح الغريبة . ويجب اخذ الاحتياطات اللازمة لابقاء الظرف البيئي داخل الكيس ملائمة للاخصاب ونمو الجنين.

يجب عمل السجلات اللازمة لعملية التهجين. وعادة تحتوي هذه السجلات على معلومات تعتمد كميتها على احتياجات برنامج التربية المعين. وقد تكون المعلومات مفصلة للتعرف على كل أب في التهجين المعين او تكون معلومات عامة عن مجموعة الاباء المستعملة في بعض اشكال التهجين الاجمالي. غالباً ما تحتوي هذه السجلات عن معلومات عن انتاجية الآباء التي يجب الانتباه اليها في التهجينات المقبلة. بعد اجراء عملية التهجين تعلق علامة تحتوي المعلومات الضرورية عن كل أب .

من الضروري ان يعرف مربي النبات الاحتياجات البيئية للنباتات بحيث تزدهر في وقت مبرمج . وتلعب كل من درجات الحرارة والفترة الضوئية دوراً رئيساً في آلية التزهير في معظم الأنواع . ويجب فهم العملية جيداً لتحقيق التوافق في التزهير بين الآباء المرغوب فيها ثم التهجين بينها. يمكن اجراء التهجين في الحقل او في البيت الزجاجي . ويفضل العديد من مربي النبات أن من المناسب اجراء التهجينات في البيت الزجاجي خلال فصول السنة التي يقل فيها العمل الحقلي . وتعتمد مرونة العمل على النوع حيث ان بعض الأنواع لا تنجح في البيئات الاصطناعية .

المضامين الوراثية للاخصاب الذاتي والخلطي :

يختلف التكوين الوراثي في المجتمعات الناتجة عن الاخصاب الذاتي او الخلطي سنناقش هذه الاختلافات بشكل عام وسوف تستخدم في برامج تربية معينة في الفصول القادمة .

آ- الاخصاب الذاتي :

تميل مجتمعات الأنواع الذاتية الاخصاب في ان تصبح عالية الأصالة الوراثية . ويمكن البرهنة على ذلك بسهولة باستعمال موقع جيني واحد باليلين. اذا اخصب النبات الخليط (Aa) ذاتيا نحصل على مجتمع من الافراد والتراكيب الوراثية بالنسب $\frac{1}{4}$ AA : $\frac{1}{2}$ Aa : $\frac{1}{4}$ aa

وتختزل نسبة الخليط الى النصف في كل جيل من التلقيح الذاتي. ويمكن التعبير عن نسبة الخلط الوراثي في اي جيل من الأجيال باعتماد الصيغة $\left(\frac{1}{2}\right)^n$ حيث n تمثل عدد الأجيال الانعزالية. وكمثال في حالة موقع جيني واحد سيكون ثمن المجتمع خليطا في الجيل الرابع (F_4). أي $\left(\frac{1}{2}\right)^3 = \frac{1}{8}$ حيث ان عدد الأجيال الانعزالية في الجيل الرابع هو ثلاثة أي F_2, F_3 وF_4. واذا مااستمر التلقيح الذاتي ومن دون انتخاب فان المجتمع سيتكون في نهاية الامر من ٥٠٪ أصيل سائد و ٥٠٪ أصيل متنحي.

عادة يزداد الامر تعقيدا في النظام بادخال عددٍ اكبر من المواقع. سيعتمد عدد الأفراد الأصلية تماما على كل من عدد المواقع وعدد أجيال التلقيح الذاتي. ويمكن استعمال المعادلة $[(2^m - 1)/2^m]^n$ لحساب نسبة الأفراد الاصيلة في كل جيل. هنا يمثل الرمز (m) عدد الأجيال الانعزالية و (n) عدد المواقع الجينية المشمولة بالدراسة. فعلى سبيل المثال اذا كان لدينا نظام من ثلاثة مواقع في الجيل الانعزالي الاول (F_2) سيكون ثُمنْ $\frac{1}{8}$ الافراد أصلية للمواقع الثلاثة.

وطبيعي ستشمل الأفراد الاصيلة للآليات السائدة في المواقع الثلاثة. أو موقع سائد و ٢ متنحي.. الخ في الجيل الثالث (F_3) لنفس المجتمع تكون نسبة التراكيب الوراثية الاصيلة بنسبة ٢٧ / ٦٤ من المجتمع وتمثل بذلك زيادة كبيرة في نسبة الأفراد الأصيلة في جيل من التلقيح الذاتي.

كذلك يمكن حساب عدد أفراد المجتمع التي لها درجات مختلفة من الأصالة. ان مفكوك معادلة ذي الحدين $[1 + (2^m - 1)]^n$ سيعطي مثل هذه المعلومات. وهنا ايضا (m) تساوي عدد الأجيال الانعزالية و (n) تمثل عدد المواقع. في مفكوك هذه المعادلة يمثل اس العدد الاول من المعادلة عدد المواقع الخليطة وأس العدد الثاني يمثل عدد المواقع الاصيلة. ويمكن تبسيط المعادلة بشكل $(a + b)^n$ حيث أن : $a = 1$ و $b = 2^m - 1$. ففي مثال لمجتمع في الجيل الرابع F_4 وثلاثة مواقع ستكون كالآتي :

$$(a + b)^3 = a^3 + 3a^2b + 3ab^2 + b^3 \quad \ldots (1)$$

تمثل :

a^3 = عدد الافراد الخليطة للمواقع الثلاثة.

$3a^2b$ = عدد الافراد الخليطة لموقعين والأصيلة لموقع واحد.

$3ab^2$ = عدد الأفراد الخليطة لموقع واحد وأصيلة لموقعين.

b^3 = عدد الافراد الأصيلة للمواقع الثلاثة.

يجب حساب قيم a و b. قيمة a دائماً تساوي ١.

$$b = 2^m - 1$$

$$b = 2^3 - 1 = 7$$

لذلك تكون مفكوك المعادلة (١) كما يلي :

$$(1 + 7)^3 = 1^3 + 3(1)^2(7) + 3(1)(7)^2 + 7^3$$

أي أن :

عدد الافراد خليطة لثلاثة مواقع وأصيلة لصفر= ١

عدد الافراد خليطة لموقعين وأصيلة ١= 21

عدد الافراد خليطة لموقع واحد وأصيلة لموقعين= 147

عدد الافراد خليطة لصفر وأصيلة لثلاثة مواقع = 343

المجموع 512

وفي هذه المعادلة نلاحظ درجة الاصالة العالية الناتجة عن الاخصاب الذاتي حيث أن نسبة الخلط لاتتجاوز $\frac{1}{512}$ أي ٠,٢٪ في جميع المواقع الجينية في الجيل الرابع .

الاخصاب الخلطي :

ان ديناميكية المجتمع الخلطي التلقيح يعبر عنها بقانون هاردي– واينبرغ Hardy– Weinberg Law والذي ينص على بقاء التراكيب الوراثية والمظهرية في المجتمع بحالة توازن بعد جولة واحدة من التزاوج العشوائي اذا ماتم تلبية عدد من الفرضيات وهذه تشتمل علىٰ : (١) تزاوج عشوائي كامل (٢) لاتوجد هجرة (٣) عدد كبير من الافراد في المجتمع (٤) تكوين ثنائي المجموعة الكروموسومية Diploid . وحيث ان من الصعوبة تلبية جميع هذه الفرضيات في كل مجتمع ولكن يمكن استخدام قاعدة هاردي– واينبرغ على العديد من الأنواع الخليطة الاخصاب .

للتوضيح فأننا نبدأ من مجموعة من الأفراد الخليطة (Aa) في احد المواقع . ان التزاوج بين هذه الأفراد سيعطي النسبة المعروفة 1AA: 2Aa; 1aa في الجيل التالي. فاذا كان المجتمع خلطي الاخصاب بشكل تام فان لكل كاميت الفرصة الكاملة للاتحاد مع أي

كاميت اخرى في تلك الجولة من التزاوج. وفي هذا المجتمع سيكون تكرار (A) مساويا لتكرار (a). وعندما تتزاوج هذه الافراد بشكل عشوائي نحصل مرة اخرى على النسبة 1AA : 2Aa : 1aa . سيعاد هذا النمط لعدد غير محدود من الأجيال ولأي عدد من المواقع الجينية. لذلك في الأنواع الخليطة الاخصاب يحافظ على عدد كبير من الأفراد الخليطة، وتبقى الأليلات المتنحية مختفية في التراكيب الوراثية الخليطة.

الاكثار اللاجنسي :

يتكاثر عدد من النباتات ذات القيمة التجارية تكاثرا لاجنسيا اي بدون اتحاد الكاميتات مثل اشجار الفاكهة، والبطاطا، والاعشاب المعمرة والبقوليات المعمرة. تتكاثر هذه النباتات اما عن طريق المدادات، والعيون، وتقسيم التاج، والأقلام. وقد أجريت أبحاث كثيرة حول الاهمية الاقتصادية للاكثار اللاجنسي للنباتات فقد وصف Wright (1975) تقنيات الأكثار مع التركيز على الاكثار اللاجنسي.

الأمثلة السابقة كانت عن الاكثار من خلال الانسجة الخضرية لانتاج الجيل التالي. هناك أشكال اخرى للاكثار اللاجنسي مثل التكاثر العذري من نوع Apomixis حيث تنتج البذور من دون اتحاد للكاميتات الذكرية والانثوية. هناك عدد من اشكال التكاثر العذري هذا ولكن العامل المشترك بينها هو تطور الكاميت الانثوي، اما مختزل العدد الكروموسومي او غير مختزل، الى البذرة. يتكون الفرد الجديد من دون مشاركة من الذكر. احيانا يختلط هذا النوع من التكاثر مع التكاثر الجنسي لذلك نحتاج الى دراسات موسعة لتحديد فيما اذا كانت البذور منتجة عن طريق جنسي اولاجنسي. مرارا ماتستخدم المعلمات الوراثية Genetic markers للتعرف على نسبة هذا النوع من الاكثار. يبدو الأكثار العذري من هذا النوع جذابا في النباتات التي تتكاثر خضريا حيث يمكن خزن ونقل البذور بصورة أسهل بكثير من الاجزاء الخضرية. عادة يسيطر على هذا النوع من التكاثر وراثيا وقدم Khaklov (1976) ملخصا حول الموضوع.

هناك شكل آخر من الاكثار الخضري لانتاج البذور عن طريق أجنة النيوسيلة nucellar embryony وهو شائع في أنواع الحمضيات مثل البرتقال. في هذه الحالة تتطور خلايا جسمية من النيوسيلة الى بذور ويكون تركيبها الوراثي مشابهاً للأم تماما حيث انها لم تنشأ عن طريق الاخصاب. في بعض الاصناف قد نحصل على عدد قليل جدا من البادرات الجنسية. قد يكون من الضروري تنبيه النبات لتكوين مثل هذه البذور عز

طريق الاخصاب لغرض البدء بتكوين أجنة النيوسيلة ، ولكن بعد الاخصاب تكون خلايا النيوسيلة أكثر قدرة على النمو والتكاثر على حساب أجنة اللاقحة الاعتيادية . ويظهر أن للظروف البيئية والتراكيب الوراثية دورا في السيطرة على هذه الظاهرة(Welsh, 1981).

المضامين الوراثية للتكاثر اللاجنسي واضحة حيث بالامكان اكثار التركيب الوراثي سواء كان أصيلا أو خليطا دون الخوف من الانعزال اذا لم تكن هناك احداث طفورية او اتحاد للكاميتات الذكرية والانثوية حيث تبقى التراكيب الأصلية ثابتة جيلاً بعد جيل . ان لهذا النوع من التكاثر فائدة لمربي النبات وذلك لامكانية تثبيت التركيب الوراثي لأي توافق مرغوب فيه وأكثاره مباشرة الى مالانهاية . وقد اشار Welsh (1981) الى حالة البطاطا صنف Russett Burbank المرغوب فيه والذي تم استنباطه قبل عام ١٨٩٠ ولكنه لايزال يحتل ٤٠ – ٤٥ ٪ من المساحة الكلية المزروعة بالبطاطا في الولايات المتحدة عام ١٩٧٨ من دون تغيير وراثي يذكر. ومن ناحية ثانية يواجه مربو المحاصيل التي تتكاثر خضريا مشكلة صعبة جدا . ان تكوين اللاقحة من خلال الاتحاد الجنسي لايمكن تحقيقه في المحاصيل الخضرية التكاثر بنفس الدرجة التي نشاهدها في المحاصيل البذرية ، لذلك فان الاتحادات الجديدة الوراثية تكون صعبة او غير ممكنة الانجاز. واذا ماأمكن تحقيق الاتحادات الجديدة فان القواعد الوراثية تطبق بنفس الأسلوب المطبق سواء في المحاصيل المتكاثرة جنسيا او غير جنسي .

ملخص :

ان منوال التكاثر في النبات يقدم مجموعة من التحديات في كل نوع من أنواع المحاصيل. ان فهم ميكانيكية التكاثر مهم جدا لغرض انتاج توافقات وراثية جديدة والاستفادة من التغاير الوراثي المتوفر. وبالضرورة أصبح مربي النبات يجدد من تقنيات التهجين وأكثار النبات . ان لكل من الاكثار الجنسي واللاجنسي أنظمته الخاصة بالتكاثر وفوائده الوراثية ومحدداته . ان القدرة على الخلق والابداع من الامور المهمة جدا في مهنة مربي النبات .

Allard, R.W. 1960. Principles of Plant Breeding. John Wiley and Sons. Inc. U.S.A. pp 43–49.

Bhandari, M.M. 1979. Practicals in Plant Breeding. Amanual cum –Practical record (2nd ed.). Oxford and IBH Publishing Co. New Delhi.

Briggs, F.N. and P.F. Knowles. 1967. Introduction to Plant Breeding. Reinhold Publishing Corporation. pp 36–51.

Erickson, E.H. 1975. Variability of Floral Characteristics influences honey bee visitations to soybean blossoms. Crop Sci. 15: 767–771.

Fehr, W.R. and H.H. Hadley (eds.) 1980. Hybridization of Crop Plants. Am. Soc. Agron. Madison. Wisc.

Khaklov, S.S. 1976 (ed.). Apomixis and Breeding. Amerind, New Delhi.

Pandy, K.K. 1977 Origin of complementary incompatability System in flowering Plants. Theor. and Appl. Genet. 49:101–109.

Poehlman, J.M. 1983. Breeding Field Crops. 2nd ed. AVI, Westport Conn. U.S.A.

Welsh, J.R. 1981. Fundamentals of Plant Genetics and Breeding. John Wiley and Sons. pp 69–100.

Wright, R.C.M. 1975. The complete handbook of plant Propagation. Macmillan. New York.

الفصل الرابع

ميكانيكية الأخصاب في تربية المحاصيل

Fertilization Mechanisms in crop Breeding

مقدمة

عدم التوافق

التحكم الوراثي في عدم التوافق

استخدام عدم التوافق في تربية النبات

العقم الذكري

طرق الاستفادة من جينات العقم الذكري

العقم الذكري السايتوبلازمي

المحافظة على أنظمة العقم واستعادة الخصب

مشاكل العقم السايتوبلازمي واستعادة الخصوبة

المصادر

الفصل الثامن

ميكانيكية الأخصاب في تربية المحاصيل



مقدمة :

يهتم مربي النبات بمدى تكوين البذور في أنواع المحاصيل المختلفة.ان الفشل في التلقيح الذاتي او التلقيح الخلطي يعتمد على نظام التربية breeding system في النوع المعين وهذا بدوره يعيق الحصول على التوافقات الجينية ويحد من انتاج البذور. وهناك عادة محاصيل ذاتية الاخصاب بصورة طبيعية مثل الحنطة ، والشوفان ، والشعير، والرز وفول الصويا والبعض الآخر خلطي التلقيح مثل الذرة الصفراء الذي يعطي بذوراً من التلقيح الذاتي أوعند التلقيح الخلطي بين الأصناف ضمن النوع . وفي العديد من أنواع المحاصيل خلطية التلقيح مثل أشكال من البرسيم والجت والبرسيم الحلو والشيلم والبنجر السكري والعديد من الحشائش المعمرة تعطي كمية منخفضة من البذور او لاتعطي بذوراً على الاطلاق عند التلقيح الذاتي ولكنها تعطي بذوراً عند التلقيح الخلطي مع أصناف اخرى ضمن النوع .

يغطي موضوع العقم Sterility حالات عديدة من :

(١) عدم الخصوبة الناتج من الشذوذ في النظام التكاثري الجنسي او الشذوذ في عدم التطور الطبيعي للأعضاء الجنسية .

(٢) تشوه المتوك والمدقات .

(٣) تشوه حبوب اللقاح والبويضات .

(٤) فشل حبوب اللقاح في الانبات بعد التلقيح .

(٥) عدم استطاعة الانبوبة اللقاحية في اختراق سطح الميسم .

(٦) انخفاض في نمو الانبوبة اللقاحية داخل القلم بحيث لاتستطيع الخلية الجرمية الوصول الى البيضة لتلقيحها.
(٧) وفي بعض الحالات حتى ولو حصل الاخصاب فان الجنين لايتطور لغرض تكوين البذرة الخصبة.
(٨) بعد تكوين البذور قد يحصل العقم في النبات الهجين من الشذوذ الكروموسومي الذي يمنع الاقتران الاعتيادي للكروموسومات وبالتالي شذوذ الانقسام الميوزي.
(٩) المسببات الوراثية (Poehlman, 1983).

من الضروري لمربي النبات ان يفهم اسباب العقم ليستطيع إنجاح التهجينات بين الانواع وضمنها عن طريق:

(آ) اقتراح طرق التغلب على حواجز الخصوبة.
(ب) اقتراح طرق تنظيم الخصوبة واستخدامها في برنامج التربية.

عدم التوافق: INCOMPATIBILITY

وهو شكل من أشكال العقم الذي يحصل من فشل النباتات التي تنتج حبوب لقاح أو بيوضاً اعتيادية لسبب فسيولوجي يمنع الاخصاب. ويتسبب عدم التوافق اما:
(آ) من فشل الانبوبة اللقاحية في اختراق الميسم أو:
(ب) الفشل في النمو الاعتيادي بالطول الكامل للقلم لتحقيق الاخصاب.

وفي الحالة الأخيرة اذا تكونت الانبوبة اللقاحية فانها تنمو ببطء وقد لاتصل على الاطلاق الى المبيض واذا وصل فأنه يصل بشكل متأخر بحيث تكون البويضة قد تلقحت من حبة لقاح اخرى او قد اضمحلت. يحدد عدم التوافق الاخصاب الذاتي والتربية الداخلية ويساعد على التلقيح الخلطي او التربية الخارجية.

وقد ذكر Pandey (1960) وجود هذه الحالة في ٧٨ من عوائل مغطاة البذور ومنتشرة في المملكة النباتية في أكثر من ٣٠٠٠ نوع في عوائل بقولية Leguminosae والنجيليات Gramineae ، الصليبية Cruciferae والمركبة Compositae والباذنجانية Solanaceae. وفي المحاصيل المزروعة وجدت في البرسيم الأحمر، البرسيم الأبيض، والجت، وحشيشة الشليم، والشليم، والبنجر السكري، وعباد الشمس، والدخن، والتبغ، والبطاطا،

والثيل bermudagrass. وفضلاً عن فان عدم التوافق الذاتي يشكل تحديات كبيرة لعدد من أشجار الفاكهة كالتفاح والعرموط التي تحتاج الى أكثر من تركيب وراثي واحد لتحقيق انتاج للثمار فيما لو وجدت مثل هذه الحالة.

التحكم الوراثي في عدم التوافق الذاتي والخلطي

يتحكم في حالة عدم التوافق الذاتي او التوافق الذاتي نظام وراثي خاص يعمل في كل من الذكر والانثى. يستند هذا النظام على التداخلات بين التركيب الوراثي لحبة اللقاح (1 n) والتركيب الوراثي للقلم (2 n). هناك حالات لأليات متعددة تتحكم في النظام ويرمز لها ب (S). ويعرف ان موقعاً جينياً واحداً يتحكم في آلية عدم التوازن ولكن هناك موقعين لبعض الأنواع. سنفترض موقعاً واحداً وبعدة أليلات S_1 و S_2 و S_3 ... الخ التي نشأت من خلال الطفرات. ويتغاير عدد الأليلات على حسب النوع.

أشكال عدم التوافق الذاتي والخلطي

آ- النظام الكاميتي: Gametophytic System

يوجد هذا النوع من عدم التوافق في انواع من البرسيم والحشائش والبنجر السكري، والبطاطا والتبغ. وفي هذا النظام يسيطر على معدل نمو الأنبوبة اللقاحية سلسلة من الأليلات المتعددة يرمز لها (s_1، S_2، S_3.. الخ). حبة القاح تحتوي على مجموعة كروموسومية واحدة haploid (1 n) بينما يحتوي القلم على نسيج يضم مجموعتين من الكروموسومات diploid (2 n)، وعلى هذا الأساس تحتوي حبة اللقاح على أليل واحد لعدم التوافق بينما يحتوي نسيج القلم على أليلين لعدم التوافق، يحصل عدم التوافق الكاميتي عندما تحتوي حبة اللقاح على أليل مشترك. فعلى سبيل المثال التهجين: (S_1S_2 ♂ * S_1S_2 ♀) يكون غير متوافق لوجود الأليل (S_1) في كل من حبة اللقاح والقلم كذلك بالنسبة للأليل (S_2). اما التهجين: (S_1S_3 ♂ * S_1S_2 ♀) يكون متوافقاً ويعطي النسل (S_2S_3) و (S_1 S_3) حيث يكون الأليل (S_3) في حبة اللقاح فعالاً بينما (S_1) يكون غير فعال أي ٥٠٪ من الكاميتات فعالة في هذه الحالة لاحتوائها على الأليل (S_3). كذلك يعمل التهجين المتقابل أي أن التهجين (S_1S_2 ♂ * S_1S_3 ♀) سيعطي النسل (S_1 S_2) و (S_2 S_3) ويكون الأليل (S_1) غير فعالة في هذه الحالة. ومن الناحية النظرية لايمكن الحصول على أصالة للأليل (S) من خلال التهجين أي لايمكن الحصول على (S_1 S_1).

في حالة التوافق الذاتي - الكاذب Pseudo-self-compatibility يكون تأثير أليلات عدم التوافق ليس كبيراً الى درجة يمنع من الاخصاب الذاتي الكامل. ففي أغلب الأنواع يحصل احياناً تكوين البذور من حبة لقاح تحمل أليلاً يشابه ألاليل الموجود في نسيج القلم. ان نسبة مثل هذا التأثير الكاذب قد يجوز بالعوامل البيئية مثل درجات الحرارة او الطفرات وأحياناً بالجينات المحورة. وفضلاً عن وجود أليلات الخصب الذاتي alleles self-fertility (S_f) يمنع تأثير أليلات عدم التوافق. ان أليل (S_f) جزء من سلسلة أليلات (S) ويمكن ان ينشأ عن طريق الطفرة من الأليل (S). كذلك في بعض الأنواع الثنائية المجموعة الكروموسومية diploid وغير المتوافقة تصبح متوافقة عند تحويلها الى متضاعفات polyploidy وفي بعض أنواع المتضاعفات مثل البرسيم الأبيض التي تمتلك أليلات عدم التوافق.

يفسر تأثير أليل عدم التوافق الذي يمنع دخول الأنبوبة اللقاحية والتي تحمل نفس الأليل بفرضية العامل المضاد Oppositional factor hypothesis للعلماء East و Mangelsdorf والتي استخدموها في توضيح العقم الذاتي في التبغ، ان وراثة عدم التوافق الكاميتي في نظام الموقع الجيني الواحد موصوفة بالتفصيل في التبغ، وأنواع البرسيم الأحمر والأبيض والسايك Alsike clover ان عدد أليلات عدم التوافق ضمن الأنواع كبير وذلك يحصل التلقيح الخلطي بشكل حر. في البرسيم الأحمر هناك ٤١ أليلاً وفي البرسيم الأبيض هناك ٦٤ أليلاً على الأقل في موقع (S).

في الحشائش تختلف وراثة عدم التوافق عن نظام الموقع الجيني الواحد الذي سبق مناقشته. في الحشائش هناك موقعان وأليلات متعددة. يرمز للموقعين بـ (S) و (Z). فاذا كانت الأليلات في كل من الموقعين (S) و (Z) في حبة اللقاح متماثلة مع (S) و (Z) في نسيج القلم يكون التزاوج غير متوافق. أما اذا لم تكن الأليلات في الموقعين متماثلة في كل من حبة اللقاح والقلم فان التزاوج يكون متوافقاً. يعطي نظام الأليلين حوالي ٥ - ١٠٪ تزاوجات متوافقة أكثر من نظام الموقع الواحد. وصف هذا النظام في الشيلم وبعض الحشائش المراعي ولكن يعتقد بانه موجود في عائلة الحشائش بشكل عام. وصف نظام الأربعة مواقع يعمل على نفس الأساس مثل S وZ في البنجر السكري (Poehlman, 1983).

ب. النظام السبوري: Sporophytic system

وهو نظام لعدم التوافق بموقع جيني واحد وعدد كبير من الأليات للموقع (S). يحتوي هذا النظام على نظام للسيادة Dominance حيث يكون الأليل (S_1) سائدا على جميع

الأليلات ويكون (S_2) سائداً على بقية الأليلات ماعدا (S_1) وبهذا يختلف عن النظام الكاميتي. تتحدد السيادة بالنبات المنتج لحبوب اللقاح ، حيث أن جميع حبوب القاح وبغض النظر عن التركيب الوراثي تحتفظ بأستجابة مظهرية على وفق الأليل السائد في نسيج الذكر الثنائي. في الذكر ذي التركيب الوراثي S_1S_2 يعطي حبوب لقاح (S_1) و (S_2) حتى وان كان التركيب الوراثي لحبة اللقاح (S_1). ولايعبر عن أي سادة من جهة الانثى وتعمل الانثى بنفس النظام الكاميتي. في التهجين (S_1S_3 ♂ × S_1S_2 ♀) يكون غير متوافق بسبب ان الأليل (S_1) في الذكر سائد ويعطي حبوب لقاح بمظهر (S_1) ، وحيث ان (S_1) لايتوافق مع (S_1S_2) في نسيج القلم لذلك لايحصل اخصاب. التهجين المتقابل غير متوافق أيضا.

يسمح النظام السبوري لبعض الأصالة لأليلات (S) فعلى سبيل المثال التهجين (S_1S_2 ♂ × S_2S_3 ♀) يعطي نسلا بالتراكيب (S_1S_2), (S_1S_3), (S_2S_2) و (S_2S_3). يعتقد ان الاختلاف بين النظام السبوري والكاميتي يستند الى توقيت استجابة حبوب اللقاح لمادة كيمياوية معينة لاظهار عدم التوافق الذاتي. ولربما نحصل بصورة متأخرة جدا خلال تطور حبة اللقاح في النظام الكاميتي وبصورة مبكرة جداً في النظام السبوري.

يوجد النظام السبوري في عباد الشمس ، واللهانة ، والكاكاو وغير ذلك من أنواع ذوات الفلقتين ولكن لايوجد في ذوات الفلقة الواحدة. وفي العديد من أنواع جنس Brassica (اللهانة ، براعم بروكسل والكلم) توجد طرق عدة للتغلب على حالة عدم التوافق على سطح الميسم منها مايلي :

١. التلقيح البرعمي bud pollination
٢. تمزيق سطح الميسم
٣. التطعيم
٤. الرجة الكهربائية
٥. زيادة تركيز ثاني أوكسيد الكاربون
وغيرها من الطرق

من المناقشة السابقة يتضح ان عدم التوافق يحفز على الاخصاب الخلطي في أنواع عدة وكغيرها من الأليات فانها ليست عملية خالية من الخطأ. فقد حصل على نجاح كبير في الحصول على طفرات في الجين (S) كما ذكرنا سابقا والتي تعطي الخصوبة الذاتية في الأنواع العديمة التوافق الذاتي.

استخدام عدم التوافق الذاتي في تربية النبات :

هناك عدد من الأنظمة لاستخدام عدم التوافق الذاتي في انتاج البذور الهجينة. يوفر نظام عدم التوافق وسائل للسيطرة على التلقيح في بعض الأنواع التي لايتوفر فيها نظام آخر كالعقم الذكري والأنظمة هي كما يأتي :

آ- التلقيح الخلطي في المكونات غير المتوافقة ذاتيا :

هذا النظام من أبسط الطرق التي استخدمت في انتاج هجين في نبات bahiagrass . حيث تم الحصول على اثنين من الكلونات ذات عدم التوافق الذاتي ولكنها تتلقح فيما بينها وزراعتها في الحقل بشكل أشرطة متجاورة. وتنتج البذور من التلقيح الخلطي بين الكلونات. يمكن استخدام هذا النظام في الأنواع التي لها عدم توافق كاميتي.

ب- التهجينات المفردة والزوجية والثلاثية :

تم تطوير هذا النظام في نباتات جنس Brassica (اللهانة ، والكلم) التي لها نظام عدم التوافق السبوري. ان المظهر السائد في النظام يجعل بالامكان الحصول على تراكيب وراثية اصلية (S) (أي S_1S_1, S_2S_2 . الخ) تنتج بذوراً للمحافظة على التراكيب الوراثية الأصلية عن طريق التلقيح البرعمي. نظام الهجين الفردي يحتاج الى اثنين من الأصول الوراثية النقية يكونان غير متوافقين ذاتيا ومتوافقين خلطيا بالنسبة للأليل (S) وكما يلي :

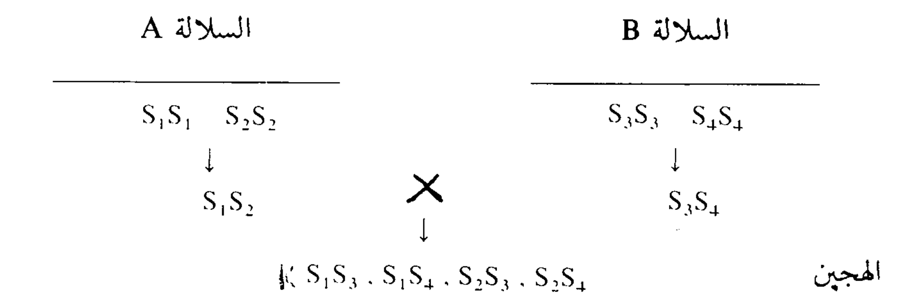
السلالة A السلالة B

S_1S_1 * S_2S_2

↓

الهجين S_1S_2

عادة يحتاج نظام الهجين المفرد كمية كبيرة من بذور النباتات الأصلية التي يجب انتاجها عن طريق التلقيح البرعمي لغرض الانتاج التجاري. وللتغلب على هذه الصعوبة فان بالأمكان استعمال نظام الهجين المزدوج double – cross system الذي يتضمن جيلاً واحداً من بذور الهجين المفرد لاكثار البذور. كذلك فأن نظام الهجين المزدوج يزيد من نسبة البذور الهجينة من الكمية المتوفرة للبذور الأصلية. يحتاج نظام الهجين المزدوج الى اثنين من السلالات المتشابهة جينياً Isogenic lines ومتوافقة ذاتيا وخلطيا لكل سلالة أصلية وكل منها أصيل لأليل مختلف لعدم التوافق وكما يلي :



ولزيادة اكبر في انتاج البذور نسبة للبذور الأصلية افترض نظام الهجين الثلاثي Triple – cross system . يحتاج هذا النظام الى ثلاثة أليات أيلة من كل سلالة أصيلة ويسمح الى جيل اضافي لزيادة البذور. والطريقة المتبعة هي :

السلالة A

$S_1S_1 \quad S_2S_2$

↓

$S_1S_2 \quad S_3S_3$

↓

S_1S_3 , S_2S_3

×

السلالة B

$S_4S_4 \quad S_5S_5$

↓

$S_4S_5 \quad S_6S_6$

↓

S_4S_6 , S_5S_6

↓

هجين الجيل الأول (F_1)

جـ – أليلات الخصب الذاتي S_f والتوافق الذاتي الكاذب :

استخدم نظام عدم التوافق الكاميتي في تربية البنجر السكري وأقترح استعماله في انتاج البذور الهجينة للبرسيم الأحمر. في البنجر السكري يحصل على البذور الهجينة من اصول ذات عدم توافق عند زراعتها في أراضٍ مرتفعة أو ادخال أليل الخصب الذاتي (S_f) في أصل نقي لغرض المحافظة عليه. بعد ذلك تستخدم الأصول في انتاج الهجن المفردة والمزدوجة في البرسيم الأحمر اقترح استعمال اصول ذات صفة توافق ذاتي كاذب Pseudo – self – compatible . وهو يماثل النظام اعلاه ماعدا استخدام التوافق الذاتي الكاذب لانتاج السلالات الأصلية.

يمكن الحصول على صفة التوافق الذاتي الكاذب عن طريق الطفرات او التعريض لدرجات الحرارة العالية وغيرها من الطرق.

استخدمت انظمة انتاج الهجن التي سبق مناقشتها لغرض ادارة التلقيحات لانتاج البذور الهيجنة . على العموم فان في جميعها درجة من الصعوبة ويمكن الاستغناء عنها في أي محصول اذا ما وجدت فيها شكل من أشكال العقم الذكري السايتوبلازمي (Poehlman, 1983).

العقم الذكري : male sterility

نعني بالعقم الذكري عندما يفشل النبات في انتاج متوك او حبوب لقاح فعالة . ففي النبات العقيم ذكريا لاتنتج الأزهار متوكاً او حبوب لقاح فعالة ولكن المبايض تعمل بصورة اعتيادية . ورغم انه لايمكن القيام بالتلقيح الذاتي للنبات الا ان بالامكان اجراء التلقيح الخلطي . هذه الناحية تجعل من العقم الذكري مفيدا لمربي النبات . فاذا كانت النباتات الذاتية التلقيح عقيمة ذكريا فأن بالامكان القيام بالتلقيح الخلطي دون اللجوء الى الجهد الكبير في عملية اخصاء النباتات.

للعقم الذكري شكلان :

(١) العقم الذكري الوراثي genetic male sterility

(٢) العقم الذكري السايتوبلازمي Cytoplasmic male sterility وفيا يلي توضيح لهذين النمطين من أشكال العقم.

آ- العقم الذكري الوراثي :

تؤثر في هذا العقم جينات نووية تمنع التطور الطبيعي للمتوك وحبوب اللقاح . يقاس مدى تأثير جين العقم الذكري الوراثي بالآتي :

١ . النسبة المئوية لحبوب اللقاح الحية

٢ . النسبة المئوية لعقد البذور

وقد يكون التعبير عن جين العقم كاملا او جزئيا وفي الحالة الأخيرة قد نحصل على نسبة معينة من البذور. ان التعبير عن جين العقم قد يتأثر بالظروف البيئية ولكن مالم يكن جين العقم مستقرا بشكل جيد فأن فائدته لبرامج التربية تكون محدودة.

يسيطر على العقم الذكري الوراثي زوج من الأليلات المتنحية (ms ms) والأليلات السائدة (Ms Ms) أو (Ms Ms) تنتج متوكاً وحبوب لقاح اعتيادية . وهناك عدد من المشاكل في المحافظة على جينات العقم الذكري في المجتمع فمن المعروف أنه لايمكن

الحصول على مجتمع أصيل لنباتات عقيمة ذكريا ، ولكن يمكن حمل جينات العقم الذكري وبتكرار عالي في المحاصيل الذاتية التلقيح اذا ماحصدت البذور من النباتات العقيمة ذكريا فقط واستعملت في زراعة نباتات الجيل التالي. فالبذور المحصودة من النباتات العقيمة ذكريا (ms ms) يمكن ان تكون قد تلقحت بحبوب لقاح من نباتات خصبة أصيلة (Ms Ms) أو خليطة (Ms ms) وبالشكل الآتي :

	عقيمة ذكريا		خصب ذكريا أصيل
(آ)	ms ms	X	Ms Ms
		↓ Ms ms	
		جميع النسل خليط لجين العقم	

	عقيم ذكريا		خصب ذكريا خليط
(ب)	ms ms	X	Ms ms
		↓ 50% Ms ms : 50% ms ms	
	عقيم		خصب

أي في الحالة الثانية هناك انعزال لجين العقم وبنسبة ٥٠ ٪ عقم : ٥٠ ٪ خصب بعد خمسة أجيال من التلقيح الذاتي وكما يلي :

الآباء	Ms Ms	X ↓	ms ms
الجيل الأول		Ms ms	
	25% Ms Ms		
الجيل الثاني	50% Ms ms	X ↓	25% ms ms
الجيل الثالث	66 Ms ms	X	33% ms ms
الجيل الرابع	50% Ms ms	X ↓	50% ms ms
الجيل الخامس	50% Ms ms		50% ms ms

تم التعرف على جينات العقم الذكري في الشعير، والقطن ، والذرة الصفراء ، والكتان ، والدخن ، والرز، والذرة البيضاء ، وفول الصويا ، والتبغ ، والحنطة وغيرها من المحاصيل . وقد وجد في الشعير حوالي ٢٥ الى ٣٠ جينة العقم الذكري غير الأليلية وجميعها

نشأت عن طريق الطفرات الذاتية . ماعدا واحدة نشأت عن طريق المطفرات . ويختلف تركيب المتوك العقيمة باختلاف العقم الذكري فبعضها يكون أثريا بينما البعض الآخر اعتيادي في الحجم . ويرمز لجينات العقم في الشعير بأرقام مثل (ms 1) أو (ms 2) الخ .

طرق الاستفادة من جينات العقم الذكري في تربية النبات :

تعد جينات العقم الذكري اداة مفيدة لمربي النبات ويمكن الاستفادة منها بالأشكال التالية :

آ- التخلص من عملية الاخصاء في عملية التهجين :

يعد التخلص من طرق الاخصاء من أهم الفوائد الرئيسة للعقم الذكري . فمن المعروف أن عملية الاخصاء في المحاصيل الذاتية عملية مجهدة وتستغرق وقتا طويلا . فاذا كان بالامكان استعمال الصنف العقيم ذكريا كأم فان عملية الاخصاء تكون غير ضرورية . يمكن نقل جينات العقم الذكري الى الصنف بطرق التهجين الرجعي . ويعد استخدام طريقة التهجين الرجعي لنقل الجين الى الصنف عملية اذا ما استعمل الصنف في عدد كبير من التهجينات عبر عدة سنوات وهذا يبرر استعمال هذه الطريقة . وقد تم في الشعير تحويل أكثر من ١٠٠ صنف ربيعي وأكثر من صنف شتوي الى أصناف عقيمة ذكريا . ويمكن المحافظة على السلالة العقيمة ذكريا عن طريق التلقيح بسلالة مشابهة وراثيا ولكن لها جين سائد العقم الذكري (أي خصبة خليطة) .

ب . زيادة التلقيح الخلطي الطبيعي في المحاصيل الذاتية التلقيح :

ان استخدام جينات العقم الذكري يوفر ميكانيكية لزيادة نسبة التلقيح الخلطي في المحاصيل الذاتية التلقيح وذلك لان الاخصاء اليدوي يحدد المربي الذي يعتمد على قدراته والتحويل المتوفر له خلال الموسم . باستعمال العقم الذكري تزداد احتمالية الحصول على توافقات جينية خصوصا التهجينات العشوائية في الأجيال الانعزالية . وقد استخدمت هذه الطريقة في الشعير من خلال :

(١) التهجين بين اعداد كبيرة من الاصناف باستخدام صفة العقم الذكري . أو

(٢) استخدام صفة العقم الذكري المساعدة في الانتخاب التكراري . بعد الحصول على التهجينات المطلوبة يتم انتخاب النباتات العقيمة ذكريا والمرغوب فيها من المجتمعات

الانعزالية ثم تهجين مع نباتات خصية ومنتخبة. بعد ذلك تعرض المجتمعات الانعزالية الى اشكال الشد البيئي مثل الجفاف، والأمراض التي ستعرف التراكيب الوراثية المتفوقة وانتخابها.

جـ - المساعدة في الانتاج التجاري لبذور الهجين :

من المعروف أنه يتم زراعة الأصناف الهجينة لمحاصيل الذرة الصفراء، والذرة البيضاء، والحنطة، والبنجر السكري، والدخن وغيرها من المحاصيل. تتطلب عملية انتاج الهجين ميكانيكية معينة للسيطرة على التلقيح. وقد وفر العقم الذكري السايتوبلازمي والذي سيناقش في الفقرة التالية مثل هذه الألية. كما تم الحصول على طرق لاستخدام العقم الذكري الوراثي في العديد من المحاصيل التي لايتوفر فيها العقم الذكري السايتوبلازمي. تكمن الصعوبة في استخدام العقم الذكري الوراثي هو في عدم امكانية الحصول على مجتمعات أصيلة عقيمة ذكريا بطرق التهجين الاعتيادية.

العقم الذكري السايتوبلازمي : Cytoplasmic Male sterility

يسيطر السايتوبلازم على العقم الذكري السايتوبلازمي ولكنه قد يتأثر بجينات على الكروموسومات. ويجب ان نتذكر أن الفائدة الاقتصادية لبعض الأنواع لاتعتمد على انتاج البذور، فمثلا في البصل بالبصلة وليس البذور وفي البنجر السكري يرغب بالجذور ونسبة السكر فيها وفي البيتونيا الأزهار. أما في الحبوب فيرغب في الحب. يستخدم نظام العقم الذكري السايتوبلازمي على نطاق واسع في نظام انتاج الهجن. ومثلها مثل العقم الذكري الوراثي حيث تنتج أزهار ليس لها متوك أو حبوب لقاح فعالة. وكما هو معروف تتكون الخلية من مكونين أساسيين هما النواة والسايتوبلازم وان بعض ميكانيكية التوريث لبعض الصفات تقع في السايتوبلازم. عند الاخصاب تقدم الانثى الكاميت الانثوي وجميع السايتوبلازم من خلال البيضة. اما الذكر فيقدم نواة احادية المجموعة الكروموسومية haploid من دون سايتوبلازم في الغالب. ومن هذا ينتقل سايتوبلازم الانثى من جيل لآخر. فاذا أجرينا التهجين التالي :

♀ A X B ♂

↓

مكونات النواة في الجيل الأول :	50% A: 50% B
مكونات السايتوبلازم في الجيل الاول :	100% A: 0% B

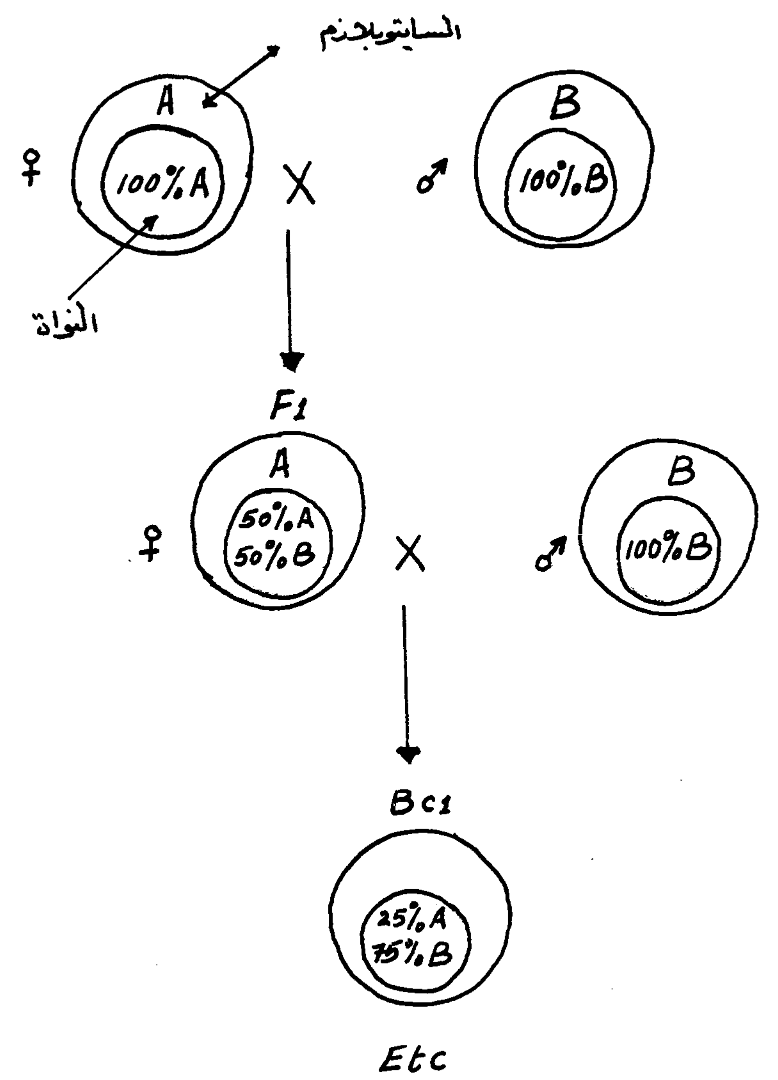
وفي التهجين المتقابل Reciprocal cross

♂ A X ♀ B

مكونات النواة في الجيل الأول :	50% A: 50% B
مكونات السايتوبلازم في الجيل الأول :	0% A: 100% B

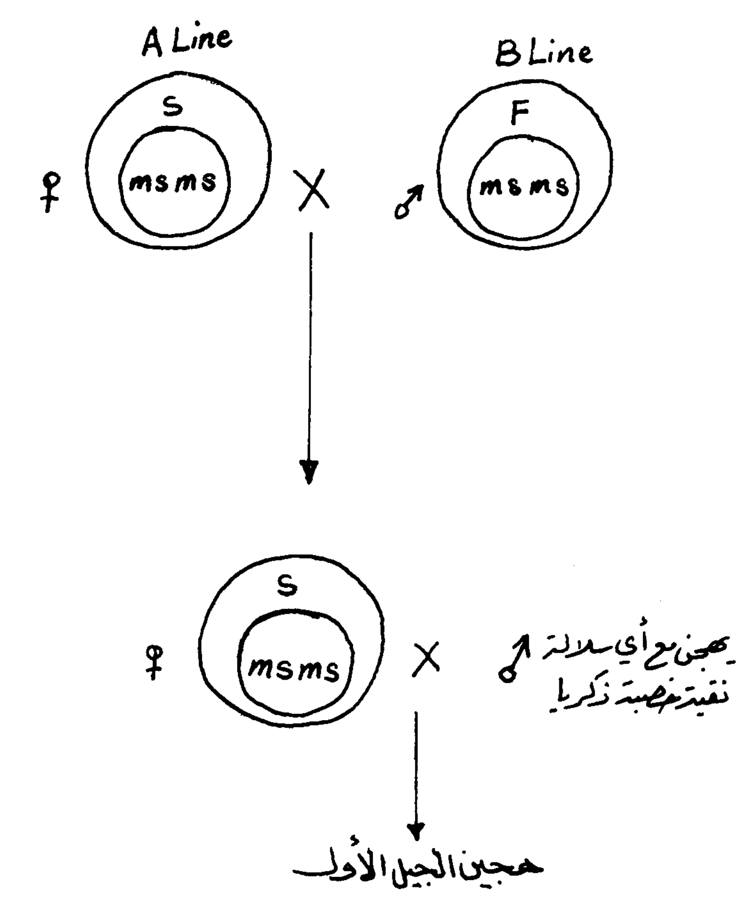
لذلك تنتقل المعلومات الموجودة في السايتوبلازم التي تؤثر في المظهر الخارجي عن طريق الانثى. ويمكن نقل السايتوبلازمَ معين من جيل الى آخر باستعمال نفس الانثى الحاملة جيل بعد آخر.

يمكن استعمال نظام التهجين الرجعي لوضع أنوية أو احلال أنوية في سايتوبلازم معين (شكل ٤- ١). يقال للسايتوبلازم الذي يسبب العقم الذكري للكائن بالسايتوبلازم العقيم (S) أو (C ms). وتم أثبات التداخل بين الجينات والسايتوبلازم في أواخر عام ١٩٣٠ في البصل. حيث أن وجود أليل متنح (ms) في سايتوبلازم عقيم يسبب انتاج زهرة عقيمة ذكريا ولكن في سايتوبلازم آخر تكون خصبة. يحتوي هذا النظام على القدرة الكامنة لانتاج البذور الهجينة دون تلقيح يدوي. الشكل (٤- ٢) يوضح طريقة انتاج البذور الهجينة واكثار السلالة العقيمة ذكريا. تكثر السلالة العقيمة ذكريا male sterile line والتي تدعى بالسلالة (A) بالتلقيح مع تركيب وراثي مماثل في سايتوبلازم خصب تدعى بالسلالة (B). ويتم الحصول على هجين الجيل الاول (F_1) من تلقيح السلالة العقيمة ذكريا مع سلالة نقية ذات سايتوبلازم خصب وذات تآلف جيدة مع السلالة العقيمة.



شكل ٤– ١ برنامج التهجين الرجعي لاحلال أنوية مختلفة في السايتوبلازم

في الذرة البيضاء تم الحصول على العقم الذكري السايتوبلازمي عن طريق نقل كروموسومات الصنف كافر Kafir الى سايتوبلازم الصنف ميلو milo. ولايظهر العقم الذكري عند وضع كروموسومات ميلو في سايتوبلازم كافر. ويمكن ادخال كروموسومات كافر في سايتوبلازم ميلو بتلقيح نبات ميلو بحبوب لقاح من كافر، وبالتعاقب يتم تهجين



شكل ٤ – ٢ اكثار السلالة ذات العقم الذكري السايتوبلازمي وأستعمالها في الهجين (S) سايتوبلازم عقيم (F) سايتوبلازم خصب.

النسل كأنثى الى كافر كذكر (كما تطرقنا اليه في الشكل ٤ – ١). حتى يمكن نقل مجموعة كاملة من كروموسومات كافر. الطريقة نفسها اتبعت في الحنطة وغيرها من المحاصيل. وتم استخدام العقم السايتوبلازمي المتداخل مع اثنين من الأليلات المتنحية لانتاج البنجر السكري الهجين.

ولايعرف السبب الفسيولوجي للعقم الذكري بصورة مؤكدة. ولكن شذوذ تكوين حبوب اللقاح وعملية تطورها أدت الى تكوين كاميتات ذكرية غير فعالة. وقد لوحظ في العديد من الانواع تمزق للنظام الوعائي للمتك أو غياب تكوين النشأ في حبة اللقاح او صعوبات في الانقسامات النووية في حبة اللقاح.

في الثلاثينات تمت البرهنة على امكانية استخدام العقم الذكري السايتوبلازمي في الذرة الصفراء. وحيث ان انتاجية الذرة الصفراء كمحصول تعتمد بصورة أكيدة على انتاج البذور، لذا يجب الحصول على ميكانيكية معينة للتغلب على العقم في الجيل الاول وانتاج نباتات خصبة ذكريا في الجيل الاول وبدون ذلك فان الهجين العقيم ذكريا لايعطي بذورا ماعدا حبوب اللقاح الخصية الآتية من حقول مجاورة (الشكل ٤ – ٣) يوضح نورة ذكرية عقيمة والاخرى خصبة ذكريا في الذرة الصفراء.



شكل ٤ – ٣. العقم السايتوبلازمي الذكري في الذرة الصفراء (أ) نورة ذكرية خصبة لنبات الذرة. (ب) نورة ذكرية عقيمة.

يمكن تحوير فعالية العقم الذكري السايتوبلازمي عن طريق الجينات المسترجعة للخصوبة fertility restoring genes والتي تقع في الكروموسومات. ان وجود اليل الخصوبة السائد يعطل عمل السايتوبلازم العقيم وينتج المتك حبوب لقاح خصبة. أما وجود الأليلات المتنحية فان صفة العقم الذكري تظهر. من الناحية العملية يستعمل النبات العقيم ذكريا كأم والنبات الذي يحمل الجينات المسترجعة للخصوبة كأب. يرمز للأليلات المسترجعة للخصوبة بالرموز (Rf) في الذرة الصفراء والحنطة و Ms في البصل والذرة البيضاء.

في الذرة الصفراء وجد مصدران لسايتوبلازم العقيم هما تكساس Texas (T) ووزارة الزراعة الامريكية USDA (S) ولها خواص عقيم جيدة. ويمكن التغلب على خاصية العقم في هذين المصدرين لانتاج نباتات خصبة ذكرياً عن طريق ثلاثة جينات سائدة في النواة هي : Rf_1 ، Rf_2 و Rf_3 وهذه الجينات تنعزل انعزالاً مستقلاً للنبات العقيم ذكرياً سايتوبلازم وأليلات متنحية في الموقع الجيني rf. أليلات Rf_2 و Rf_1 متكاملة لأحدها الآخر ويجب ان يوجد كلاهما معاً لانتاج الخصب الذكري الكامل في سايتوبلازم (T) ، وان وجود احدهما دون الآخر يقود الى خصوبة جزئية. الجين Rf_3 جين سائد يستعيد الخصوبة في سايتوبلازم (S) نباتات عقيمة أو خصبة.

تتداخل الجينات النووية مع السايتوبلازم لانتاج نباتات عقيمة او خصبة ذكرياً. النباتات ذات السايتوبلازم العقيم وجينات مسترجعة للخصوبة متنحية (S, rfrf) تكون عقيمة ذكرياً. النباتات ذات السايتوبلازم العقيم مع جينات مسترجعة سائدة (S, Rf Rf أو S, Rf rf) او سايتوبلازم اعتيادي وله جينات مسترجعة سائدة او متنحية (أي N, Rf Rf أو N, Rf rf أو N, rf rf) تكون خصبة ذكرياً. وبافتراض عمل جين واحد مسترجع للخصوبة فان النباتات العقيمة ذكرياً ثلاثة أشكال من النسل وفقاً للتركيب الوراثي للنبات الملقح وكالآتي :

جميعها خصبة ذكرياً (1) S, rf rf * N or S, Rf Rf → S, Rf rf
(2) S, rf rf * N or S, Rf rf → 50 % S, Rfrf خصب ذكرياً 50 % S, rf rf عقيم ذكرياً
جميعها عقيمة ذكرياً (3) S, rf rf * N, rf rf → S, rf rf

في الحنطة يتم الحصول على العقم الذكري السايتوبلازم بادخال جينات الحنطة الاعتيادية *Triticum aestivum* في سايتوبلازم *T. timopheevii* وهناك مصادر عدة للعقم الذكري السايتوبلازمي واستعادة الخصب في الحنطة. لمختلف أنواع الحنطة سايتوبلازم مختلف في الذرة الصفراء لا تنتقل جينات rf من خلال حبة اللقاح. عندما يتم تلقيح ذرة عقيمة ذكرياً. بحبوب لقاح من نباتات Rf rf ستعمل حبوب اللقاح ذات التركيب Rf فقط وسيكون النسل ١٠٠ ٪ خصب بدلاً من ٥٠ ٪ خصب ذكرياً و ٥٠ ٪ عقيم ذكرياً كما ذكر سابقاً.

المحافظة على أنظمة العقم واستعادة الخصب :

ان المحافظة على هذه الأنظمة جزء مستقل من برنامج التربية. في البصل يحافظ على سلالة السايتوبلازم العقيم (A line) وذلك بتلقيحه مع السلالة (B) (B – line) والذي يماثله في التركيب الوراثي ولكن ذو سايتوبلازم خصب ولا توجد جينات مسترجعة للخصوبة. وتستعمل السلالة (A) في انتاج الهجين دون ازالة للنورة الذكرية تستعمل السلالة الثالثة المسترجعة للخصوبة R-line كذكر تلقيح السلالة (A) لغرض انتاج الهجين.

لا تؤثر أنظمة العقم والجينات المسترجعة للخصوبة على أساسيات برنامج التربية. وتضاف الصفة عادة الى السلالات النقية بعد ايجاد قدرتها على التآلف. تنقل كل من جينات العقم الذكري وجينات استعادة الخصوبة من سلالة الى اخرى عن طريق التهجين الرجعي وكما ذكر سابقاً. ينقل العقم عن طريق تهجينات باستعمال مصدر سايتوبلازمي كأم ويمكن نقل الجينات المسترجعة للخصوبة عن طريق التهجين الرجعي بالطريقة الاعتيادية، ولكن يجب اجراء تهجين اختباري الى سلالة عقيمة ذكرياً للتأكد من وجود الجينات المسترجعة للخصوبة.

بعد تحويل مكونات بذور الهجين الى نباتات عقيمة ذكريا ونباتات مسترجعة للخصوبة يمكن استعمالها بطرق عدة وكما يأتي :

١ . الهجين المفرد : Single cross

تلقح السلالة الأصيلة مع سلالة نقية تحتوي الجينات المسترجعة للخصوبة وبذلك يكون الهجين الناتج خصب ذكريا بصورة كاملة بسبب وجود الأليل السائد في كل موقع جيني. أي :

سلالة عقيمة ذكريا A	*	B سلالة نقية مسترجعة للخصوبة
	↓	
هجين مفرد خصب في الجيل الأول	F_1	
	↓	
انعزال الجينات الخصوبة في الجيل الثاني	F_2	

يلاحظ في الجيل الثاني F_2 ان هناك مدى من العقم الكامل الى الخصب الكامل نتيجة لانعزال الجينات المسترجعة للخصوبة.

٢. الهجين المزدوج : Double cross

يمكن ادخال صفة العقم لطرق عدة، هناك حاجة معينة لازالة النورات الذكرية detasseling حيث ان من الصعوبة ان تكون كل هجينة مفردة حاملة لجينات العقم الذكري في نفس الوقت الذي يكون الهجين المزدوج حاملاً لجينات استعادة الخصوبة بشكل خليط في جميع المواقع الجينية. الاسلوب الشائع هو انتاج هجن عقيمة ذكريا ثم خلطها مع كمية صغيرة مع ذكر منتج لحبوب اللقاح ومشابه في التركيب الوراثي وهذا مناسب لحقل المزارع.

وبغض النظر عن تغاير العمليات فان العقم الذكري خفض من تكاليف انتاج البذور وذلك بالتغلب على احتياجات العمل الكبيرة لعملية ازالة النورات الذكرية. وبسبب صفة احادية المسكن للتزهير في الذرة الصفراء فأنه يمكن اجراء عملية الاخصاب يدويا ولكنها لاتزال تنتج كمية كبيرة من الحاصل على الحاصل على أساس اقتصادي. في بعض المحاصيل الذاتية التلقيح يكون استعمال العقم الذكري اجباريا اذا أريد الحصول على قوة الهجين وذلك لاستحالة الحصول على الجيل الأول (F_1) اقتصاديا. والذرة البيضاء مثال جيد حيث أدى اكتشاف العقم الذكري ونظام استرجاع الخصوبة في الذرة البيضاء الى تطوير صناعة هجن الذرة البيضاء.

في الحنطة تزرع السلالة النقية العقيمة بشكل أشرطة بين الخطوط الملقحة. تحصد بذور الهجين F_1 من على السلالة العقيمة ذكريا بصورة منفصلة عن الملقح (شكل ـ -

٤) يمكن استعمال هذا النظام في برنامج المحافظة على السلالات (A) و (B) المتداخلة.

وجد العقم الذكري السايتوبلازمي في عدد من الأنواع الاخرى مثل الباقلاء والقطن والرز والكتان والتبغ والبيتونيا والطماطة والجزر وغيرها.



شكل ٤ – ٤. إنتاج بذور الحنطة الهجين. تقوم الحاصدات بحصاد أشرطة الحنطة العقيمة ذكرياً والتي أنتجت بذور الجيل الأول عن طريق التلقيح مع سطور الذكر الخصب (عن Welsh, 1981 ص 230).

مشاكل العقم السايتوبلازمي واستعادة الخصوبة :

ميكانيكية العقم واستعادة الخصوبة الحساسة للظروف البيئية بحيث تعكس العقم واستعادة الخصب في حالات معينة. وكمثال قد تكون السلالة العقيمة ذكريا عقيمة بشكل تام في احدى الحالات ولكن لها خصباً ذاتياً في بيئة ثانية ، وبالمثل يكون استرجاع الخصوبة تاما في بيئة معينة وجزئيا في بيئة ثانية . يظهر ان للظروف البيئية من الحرارة والفترة الضوئية والرطوبة القدرة على التداخل مع ميكانيكية العقم واسترجاع الخصوبة التي تؤدي مستويات مختلفة من النفاذية Penetrance والتعبيرية expressivity . يؤدي فشل النظام الى نتائج خطيرة في حقول المزارع . فمثلا ان تنمية مكونات الجيل الاول في بيئة تشجع في حصول فشل صغير في العقم وانه قد انتج نسبة واطئة من البذور عن طريق التلقيح الذاتي وليس عن طريق التلقيح الخلطي مع مسترجع للخصوبة .

Craig, W.F. 1977. Production of hybrid seed corn. pp 671- 719. In G.F. Sprague (ed.). Corn and corn improvement. Am. Soc. Agron. Madison. Wisc. U.S.A.

Denna, D.W. 1971. The potential use of self-incompatability for breeding F, hybrids of naturally self-pollinated vegetable crops. Euphytica 20: 542-548.

Pandey, K.K. 1960. Evolution of gametophytic and Sporophytic systems of self-incompatability in angiosperms. Evolution 14: 98-115.

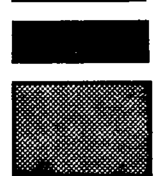
Poehlman, J.M. 1983. Breeding Field Crops. 2nd. edition. Avi Publishing Co. Wesport, U.S.A. pp. 89.

Welsh, J.R. 1981. Fundamentals of plant Genetics and breeding. Wiley and Sons. New York. U.S.A. pp 67-99.

الفصل الخامس

وراثة العشائر وتربية النبات

Population Genetics & Plant Breeding



الفصل الخامس

وراثة العشائر وتربية النبات

مقدمة :

تعنىٰ وراثة العشائر Population Genetics بناحيتين مهمتين في العشيرة وهي سلوك الجينات في العشيرة او الحشائر والتطور الحاصل في العشيرة عن طريق التعويض الجيني وتحت ظروف الانتخاب الطبيعي. هذه الافكار بسيطة ولكنها أساسية في تربية النبات. ويعد (علم تربية النبات) حالة خاصة للتطور حيث يتم التعويض عن الانتخاب الطبيعي بخليط من الانتخاب الطبيعي والاصطناعي خلال مراحل التربية المختلفة.

في هذا الفصل سنعرض بعض المفاهيم الوراثية مثل التركيب الوراثي والتركيب المظهري وبعض أسس وراثة العشائر المستخدمة في تربية النبات.

التركيب الوراثي والتركيب المظهري

تعد معرفة العلاقة بين التركيب الوراثي Genotype والتركيب المظهري Phenotype أحد الأسس في علوم الحياة والوراثة التطبيقية. ان الفكرة والمصطلحات تعود الى جوهانسن Johannsen عام ١٩٠٠ حيث أشار في بداية هذا القرن الى عدم تأثير الانتخاب للبذور الصغيرة او الكبيرة في الفاصوليا *Phaseolus vulgaris* ، فعلى الرغم من وجود تغاير في حجم البذور الا انه لايورث. لكنه وجد اختلافات ثابتة بين السلالات المختلفة التي يمكن التعرف عليها رغم الاختلافات التي لاحظها ضمن السلالات المختلفة او بين العينات ، أي أن بعض التغايرات يعود لاسباب وراثية وبعضها يعود لظروف بيئية. يحدد التركيب الوراثي نمطا معينا للتطور فيما تحدد الظروف البيئية مسار التطور. اما المظهر

الخارجي فهو محصلة التركيب الوراثي والظروف البيئية . وتنحصر مهمة مربي النبات في بناء تراكيب وراثية ملائمة ومشابهة تماماً لمظهرها الخارجي .

تعطي الجينات الرئيسة major gene او الجينات ذات التأثير الكبير دائما مظاهر معرفة ومحددة وان التعبير عنها لايتأثر بالظروف البيئية بشكل كبير كما أن المظهر الخارجي ذو علاقة وثيقة بالتركيب الوراثي . وقد اعتمد مندل Mendel صفات من هذا النوع في دراساته المشهورة على البزاليا *Pisum sativum* وكان هذا ضروريا للتحليل المندلي . ويمكن قياس التغايرات الوراثية والبيئية من دراسة التغايرات في الأجيال الأبوية والاولى (F_1) والاجيال الثانية (F_2) والأجيال الرجعية الى الأبوين (BC_1) و (BC_2) وكما سيرد في فصول قادمة .

تعريف الموقع الجيني

يعين الموقع الجيني Locus عندما يتم التعرف على اثنين من الأليلات alleles على الأقل مثل الأليلات a_1 و a_2 . يمكن ان يظهر الأليل سيادة تامة او جزئية اذا مااختلف التركيب الوراثي الخليط ($a_1 a_2$) عن متوسط الأبوين . فتكون السيادة تامة عندما يكون الخليط مماثلا لأحد الآباء الأصيلة . اما اذا كان الخليط وسطا في أدائه بين الابوين ، فيقال ان للأليلات أثراً تجميعيا additive وهذا أحد أسس الوراثة الكمية وهي مقبولة في تربية النبات (Simmonds, 1979). ان مايقال عن التعبير الجيني يعتمد على مانرى او مايقاس ، ففي الوراثة نرى التأثير المباشر للجين مثل لون الازهار الأحمر والأبيض او نباتات طويلة واخرى قصيرة او نباتات مقاومة او حساسة للامراض . ومن الواضح ان هذه الصفات هي نواتج نهائية او وسطية ولاتعطي اي شيء عما يحصل على مستوى البروتين . وعند هذا المستوى فان الفعل الأليلي المستقل هو القاعدة كما سنرى ان السيادة هي مفهوم لمظهر تطوري ويتماشى مع كل من عالم الوراثة ومربي النبات .

توازن هاردي – واينبرغ Hardy – Weinberg equilibrium

اذا ماتناولنا اثنين من النباتات الخليطة التلقيح والأصيلة لأليلات مختلفة لموقع جيني واحد وهي الأليلات A و a . سيتضح التهجين بين النباتين للحصول على عائلة هجينية (Aa) ثم يسمح لافراد هذا الهجين في هذا الجيل والأجيال اللاحقة ان تتزاوج بصورة عشوائية . السؤال الوارد هنا هو مصير هذين الأليلين بغياب الانتخاب ؟ وماهي مكونات

التراكيب الوراثية في المجتمع ؟ ان حل هذه المسألة سيوضح ان المجتمع يتكون من 25% 25%AA:50%Aa: 25%aa وبالتكرار الأليلي $P = q = 0.5$ لكل من A وa على التوالي. واذا ما أعدنا الحسابات على أساس التكرار الأليلي المكون من تزاوج أربعة نباتات AA ونبات واحد aa (أي التكرار الاليلي $p = 0.8$ و $q = 0.2$) سنجد ان الجيل التالي تكون من 64 AA: 32 Aa: 4aa.

تقول القاعدة ان المجتمع الذي يتزاوج أفراده عشوائيا الى حالة التوازن بعد جيل واحد. وان مكوناته من التراكيب الوراثية تتحدد بمفكوك معادلة ذي الحدين :

$$(P + q)^2 = p^2 + 2pq + q^2$$

وفي المثال الثاني اعلاه :

$$(0{\cdot}8 + 0{\cdot}2)^2 = 0{\cdot}64 + 0{\cdot}32 + 0{\cdot}04 = 1$$

واذا وجدت في المجتمع زيادة في تكرار التراكيب الوراثية الخليطة فاننا نصل الى حالة التوازن بعد جيل واحد او احيانا يتأخر الى أكثر من جيل. من الواضح أننا نحصل على نتيجتين. الاولى اذا كانت (A) سائدة على (a) فان الأليل (a) سنجده بتكرار عالٍ ولكنه مختفٍ في المجتمع تحت مظلة الأليل السائد وان تكراره الأصيل المتنحي سيكون واطئاً جدا حيث ان $q^2 < q$ والثانية سنحصل على أعلى نسبة للخليط $2pq = 0.5$ عندما تكون $P = q = 0.5$. وان جميع القيم الاخرى لـ (p) و (q) ستعطي نسبة خليط أقل.

ان التكرارات الأليلية (p) و (q) يكون مجموعها دائماً واحداً. وان ضرب هذه التكرارات سوية او في توافقات معينة لايغير من حقيقة ان مجموع قيمها الكلية يجب ان تساوي واحدا. اي أن :

$$P^2 + 2pq + q^2 = 1$$

او يمكن وضع المجموع اعلاه بشكل معادلة ذي حدين :

$$(P + q)^2 = 1$$

يعرف استخدام هذه المعادلة في وراثة العشائر بتوازن هاردي – واينبرغ والمعادلة مهمة لكونها تسمح في حساب التكرار الأليلي او تكرار التراكيب الوراثية.

من النادر ان تلبي شروط توازن هاردي – واينبرغ في العشائر البرية او عشائر التربية. فقد يضطرب التوازن نتيجة لحصول الطفرة، التزاوج غير العشوائي، او درجات مختلفة للملاءمة fitness او الارتباط. وسنناقش فيما يلي بعضا من هذه العوامل.

نظام التزاوج : Mating system

تهتم وراثة العشائر بالمجتمعات الخليطة التلقيح وعلى العموم هناك أشكال عدة من التزاوج غير العشوائي الممكن حصوله في تربية النبات. تكون التربية الداخلية Inbreeding من أهمها وتقاس بعامل التربية الداخلية (F) الذي يعرف باحتمال تشابه الأليلات عن طريق الانحدار من السلف. تتراوح قيمة هذا المعامل من صفر في المجتمعات التي تتزاوج عشوائيا بشكل كامل الى واحد في المجتمعات الناتجة من التلقيح النهائي المستمر. ويمكن لتوضيح امكانية حصول التراكيب الوراثية التالية عند حصول التربية الداخلية :

$$P^2 (1 - F) + Fp : 2pq (1 - F) : q^2 (1 - F) + Fq$$

وهذه ستصبح في توازن هاردي- واينبرغ $(P^2 + 2pq + q^2)$ عندما تكون $0 = F$ وتصبح بشكل (P: 0: q) عندما تكون $1 = F$. وفي الحالة الأخيرة أي عندما تكون قيمة $1 = F$ أنه عند التوازن سيحتوي المجتمع على أصائل بتكرار (P) AA: (q)aa . يفضل أن يقوم الطالب بحساب حالة التوازن لقيم مختلفة من P و q و F ويختبر الحصول على التوازن عندما تكون قيمة $P = q = 0.5$ وقيمة $0.5 = F$ أي عندما يتزاوج نصف المجتمع عشوائيا والنصف الآخر عن طريق التلقيح الذاتي. وعلى العموم فان التربية الداخلية ستقود الى زيادة نسبة الأصايل وان الحالات الشديدة منها $(1 = F)$ ستؤدي الى أختفاء التراكيب الوراثية الخليطة من المجتمع .

الملائمة : Fitness

تعني الملائمة بالمعنى الداروني بمصطلحات نسبية للاختلاف التكاثري. اي انه كلما ترك التركيب وراثي نسلا أكبر نسبة الى تركيب وراثي آخر فانه سيكون أكثر ملائمة. ومن المعتاد الرمز للملائمة ب (W) وتعرف قيمتها نسبة الى تركيب وراثي معين (سيكون AA) في المعادلة التالية : .

W_{AA}	W_{Aa}	W_{aa}
1	$W_{Aa} / W_{AA} = 1 - S_{Aa}$	$W_{aa} / W_{AA} = 1 - S_{aa}$

اذا انتج التركيب (AA) ١٠٠ فرد في النسل و (Aa) انتج ٨٠ فرد و (aa) انتج ٦٠ فان قيم الملائمة النسبية هي :

$$S_{Aa} = 0{\cdot}2 \qquad S_{aa} = 0{\cdot}4$$

كلما كبرت قيم S (وهي قيم معاملات الانتخاب) صغرت قيم الملائمة عندما تكون قيمة S = 0 (تعني ملائمة كاملة) الى S = 1 (اي حالة مميتة).

ويمكن توضيح التغيرات في التكرار الأليلي (Δq) التي تحصل فى الاليل المتنحي (aa) في المجتمعات التي يتزاوج فيها الافراد بصورة عشوائية وفي كل جيل وكما يلي :

١ . الأليل (A) سائد و (aa) أقل ملائمة

$$\Delta q = -\frac{Sq^2(1-q)}{1-Sq^2} = -\left[\frac{q^2}{1+q}\right]$$ عندما تكون قيمة S = 1

٢ . الأليل (A) سائد ولكن (aa) أكثر ملائمة

$$\Delta q = +\left[\frac{Sq^2(1-q)}{1-S(1-q^2)}\right] = +[1-q]$$

عندما تكون قيمة S = 1

٣ . يكون (Aa) متوسط الملائمة بين (AA) و (aa)

$$\Delta q = -\left[\frac{-\frac{1}{2}Sq(1-q)}{1-Sq}\right] = -\left[\frac{q}{2}\right]$$ عندما تكون قيمة S = 1

يمكن للطالب ان يعوض قيمة مختلفة للأليل (q) مبتدأ بـ p = q =0.5 وقيم 0.5, (S) = 0.1 و 1.0 . وسيرى ان تكرار الأليل المتنحي غير الملائم سيقل تكراره بسرعة في البداية ولكن هذه السرعة تبطئ بعد ذلك. كذلك سنرى أن الأليل السائد والمنتخب ضده سيختفي بصورة أسرع من الأليل المتنحي وذلك لوضوح الأشكال السائدة الخليطة للانتخاب. لذلك فمن المتوقع في المجتمعات الخليطة التلقيح ان تجد ندرة الأليلات السائدة او المتوسطة السيادة غير الملائمة ، ولكن الأليلات المتنحية غير الملائمة تبقى لفترة طويلة لكونها محمية بالأليلات السائدة. وبالمقارنة فان المجتمعات الذاتية التلقيح تتجه بسرعة نحو الأصالة بحيث تصل الى p (AA) : q (aa). لذلك فان عدم الملائمة لأي من الأليلات نسبة للآخر سيعرضه الى الانتخاب او الازالة . ان للأليلات غير الملائمة جدا سواء كانت سائدة او متنحية فرصة قليلة جدا للبقاء ، لذلك فان للمجتمعات الذاتية

الاخصاب فرصة أوفر لملائمة الأليلات مقارنة بالخليطة التلقيح ولذلك فان لها محلا أكبر في عدم الملائمة.

في حالة السيادة الفائقة Overdominance تكون للخليط ملائمة أفضل من الأصايل. سيقود هذا الى زيادة التراكيب الوراثية الخليطة بصورة أكثر من توقعات قانون هاردي- واينبرغ او من نظرية التطور التقليدية وهذا يرتبط بتكون الأفراد المتعددة الاشكال المظهرية Polymorphisms. ومن المشكوك فيه وجود مثل هذه السيادة الفائقة للأليلات (Simmonds, 1979). ان السيادة الفائقة الكاذبة التي تعود الى التأثيرات التفوق المرتبط linked epistatic يكون اكثر عمومية ويكون المظهر الأساسي لتعدد الاشكال المظهرية في الطبيعة.

الارتباط : Linkage

عادة تنعزل الجينات الموجودة في كروموسومات مختلفة او في أذرع كروموسومية مختلفة او حتى عند وقوعها في نفس الذراع الكروموسومية ولكن على مسافة كافية، وبشكل مستقل. في المجتمعات التي يتزاوج أفرادها بشكل عشوائي تصل الى توازن في جيل واحد (رغم انها تكون بطيئة في بدايات جينية اخرى). واذا كانت مرتبطة Linked على نفس الكروموسوم فان التوازن يتأخر بدرجة تعود الى مدى المسافة الموجودة بين الجينات المرتبطة وحصول بعض الاتحادات الجديدة. في حالات متطرفة وعندما لايكون هناك عبور وراثي واتحادات جديدة يسلك الجينان المرتبطان كوحدة فعالة واحدة ولايمكن الحصول على توازن فيما بين الجينات المدروسة. وفي الارتباط البسيط يتأخر التوازن، ففي حالة الارتباط القريب (نسبة الاتحادات الجديدة أقل من ١٠ ٪) يتأخر التوازن الى عدد كبير من الأجيال الذي يتناوله برنامج التربية ويلاحظ عند التوازن ان الكاميتات الازدواجية Coupling ستتكون بتكرار متساوٍ مع الكاميتات التنافرية Repulsion بغض النظر عن معدل الاتحادات الجديدة. لذلك فان التوافق المظهري الابتدائي بين صفتين والذي يعود الى الارتباط سيعوض عنه عند التوازن بنوع من الاستقلالية.

في المجتمعات الذاتية الاخصاب وبتشجيعها الى الاصالة سوف تثبت التوافقات الاولية المرتبطة. ويمكن للتربية الداخلية مع ارتباط قوي للجينات أو تؤدي الى تقليل الاتحادات الجديدة الى مستويات واطئة جدا.

وبسرعة تصبح مشاكل الارتباط المتعدد معقدة جدا تستدعي دراستها باستعمال طرق الحاسب الآلي في دراسات التشبيه Simulation وليس بالطرق الاعتيادية . ويظهر انه في حالة العديد من المواقع الجينية وبالعديد من المواقع والارتباطات فأنه لايمكن حصول التوازن . كل أليل جديد يدخل الى العشيرة سيحتفظ بقطعة صغيرة من الكروماتين الابوي حتى وان كان الأليل ذاته والأليلات الاخرى قريبة منه ستصل الى حالة التوازن .

وكتمرين للطالب من المفيد في البداية تناول مجتمع عشوائي التزاوج بدأ من حالة الخليط (AB/ab) وان لجميع التراكيب الوراثية ملائمة متساوية . فما هي مكونات الأجيال الاولى والثانية بتكرار اتحادات جديدة قدره 0.5 و 0.1؟ وما هي علاقة ذلك بالتوازن بين الأليلات ؟

الجنوح الوراثي العشوائي : Random Genetic Drift

في كل مجتمع محدود في حجمه فان للتكرار الجيني تبايناً عينياً Sampling Variance يرتبط عكسياً مع حجم المجتمع . فكلما صغر المجتمع كان هذا التباين كبيراً . لذلك وعن طريق الصدفة يمكن ان ينحرف التكرار الجيني صعوداً او هبوطاً عبر عدد من الأجيال . وان احتمال تغيره يكون أكبر في المجتمعات الصغيرة مقارنة بالكبيرة . وعند الوصول الى الحدود فاما ان يثبت الأليل ($P = 1$) او يفقد ($P = 0$) من دون مساعدة من الانتخاب او الملائمة . على المقياس التطوري فان تأثير الجنوح الوراثي العشوائي يكون مهما حتى في المجتمعات الكبيرة نسبياً . من الواضح ان الاليلات الموجودة بتكرار واطئ معرضة للفقدان . واذا ما تغاير حجم المجتمع عبر الأجيال فان حجم المجتمع المؤثر من نقطة الانحراف يكون قريباً من أقل من المعدل ، وان المجتمعات الصغيرة الناتجة يمكن ان تكون مصدراً كافياً للفقدان او التثبيت الأليلي . ان لهذه الافكار تطبيقات عديدة في برامج تربية النبات او علاقتها بحفظ الاصول الوراثية .

أمثلة :

لتوضيح المناقشات السابقة لنأخذ محصولين متباينين في نظام التربية . الاول الذرة الصفراء (خليطة وذات تزاوج عشوائي) والشعير (ذاتي التلقيح $F = 1$) . للتبسيط نفرض ان المجتمعين قد نشآ عن طريق التهجين بين السلالات الأصيلة وانه تكون لدينا جيل ثانٍ F2 عن طريق التزاوج العشوائي والتلقيح الذاتي للجيل الاول (F_1) على التوالي في

المحصولين. ان الجيل الاول يكون خليطاً في مواقع جينية مستقلة. وبغياب الارتباط فاننا لا نحتاج الى تعريف الآباء التي قدمت أياً من الأليلات. وكوسيلة للتمييز بين الأليلات (من دون استخدام معين حالياً للملائمة او قيمة التربية). سنطلق عليها بالأليلات الموجبة والسالبة.

المظاهر الأساسية لمجتمعات الجيل F_2 موضحة في الجدول ٥ - ١. جميع التكرارات الجينية مساوية للنصف (0.5) وبالنسبة للذرة الصفراء التي بدأت من خليط لعدد من الجينات تصل الى حالة التوازن في خطوة واحدة بغياب عوامل الارتباط، واختلاف الملائمة بين الاليلات والطفرة والجنوح العشوائي. وسوف يكون لها ثبوت في معدل التراكيب الخليطة في كل جيل ($2pq = 0.5$ لكل موقع جيني). اما بالنسبة للشعير فانه يقف على النقيض، فبينما يكون له نفس التكوين في F_2 مثل الذرة فانه لا يحصل على التوازن ولا الى أن ينعزل المجتمع الى سلالات أصيلة Purelines ونسبة الخلط تكون صفراً بعد عدد من الأجيال اللاحقة.

ان الاعداد المبينة في الجدول ٥ - ٢ مهمة ويجب على القارئ ان يجرب وضع قيم مختلفة مثلاً $n = 1, 2, 5, 10$ والعمل من خلال الجدول لاتقان وفهم ما يجري في هذه الأجيال. حتى عند الجيل العاشر $n = 10$ تصبح الاعداد كبيرة جداً وان بعض التكرارات تكون صغيرة جداً. ان اقل عدد كامل للمجتمع في الجيل الثاني يكون مساوياً الى ($٤^{١٠} = ١,٠٥ \times ١٠^{٦}$) وان تكرار النباتات المثبتة للمواقع الجينية الموجبة يكون $(\frac{١}{٤})^{١٠}$ او ($٠,٩٥ \times ١٠^{-٦}$). واذا ما طلب الحصول على أصيل معين يمكن مشاهدته باحتمال ٩٠٪ فانه يمكن التوضيح ان ذلك يتطلب فحص حوالي ٣ مليون نبات. لذلك يجب تناول أعداد كبيرة من النباتات حتى في حالة كون (n) صغيرة ويعرف معظم مربي النبات ذلك، وفي أي حالة حقيقية فان (n) ستكون أكبر من ١٠ (اي أقل من موقع جيني واحد في الذراع الكروموسومية في المحصولين المذكورين).

في الشعير وكما لاحظنا أعلاه تقود التربية الداخلية الى الأصالة الوراثية. يكون الجيل الاول (F_1) خليطاً في جميع المواقع الجينية، أما في الجيل الثاني (F_2) فتكون ٥٠٪ من المواقع خليطة. لذلك فان الخلط ينصف في كل جيل عن طريق الاخصاب الذاتي ومن السهولة تصور ذلك في كل جيل وبذلك تكون نسبة الخلط ١٠٠، ٥٠، ٢٥، ١٢,٥، ٦,٢٥، ٢,١٣ و١,٥٦ و٠,٧٨٪ في الأجيال F_1، F_2، F_3، F_4، F_5، F_6 و F_7 و F_8. على التوالي. ولذلك تنخفض نسبة الخلط الى أقل من ١٪ في الجيل الثامن

جدول : ٥– ١ : التركيب الوراثي لمجتمع الجيل الثاني (F_2). عدد المواقع الجينية (n) (مستقلاً اي غير مرتبطة) كل منها ينعزل للأليلات الموجبة (Pos.) والأليلات السالبة (Neg.).

التراكيب الوراثية		التكرارات الأليلية
آ– كاميتات الجيل الاول F_1		
١ . جميع الأليات موجبة	1	$\left(\frac{1}{2}\right)^n$
٢ . موجبة وسالبة	$2^n = \{ n^n - 2$	$1 = \{ \left[1 - \left(\frac{1}{2}\right)^{n-1}\right.$
٣ . جميع الاليات سالبة	1	$\left(\frac{1}{2}\right)^n$
ب– التراكيب الوراثية للجيل الثاني F_2		
١ . جميع المواقع أصيلة	n^2	$\left(\frac{2}{3}\right)^n$
٢ . هجينة وأصيلة	$3^n = \{ 3^n - 2^n - 1$	$1 = \{ \left[\frac{3^n - 2^n - 1}{3^n}\right.$
٣ . جميع المواقع هجينة	1	$\left(\frac{1}{3}\right)^n$
ج– عشيرة الجيل الثاني F_2		
١ . جميع المواقع أصيلة 2^n	(آ) جميع المواقع موجبة	$\left(\frac{1}{4}\right)^n$
	(ب) موجبة وسالبة	$\left[\frac{2n_2}{4^n}\right]$ $\left(\frac{1}{2}\right)^n$
٢ . هجينة وأصيلة $(2^n - 2^{n-1}) = 4^n$	(ج) جميع المواقع سالبة	$\left(\frac{1}{4}\right)^n$ $1 =$
	(آ) لايوجد تثبيت سالب	$\left[\frac{3^n - 1}{4^n}\right]$
٣ . جميع المواقع هجينة 2^n	(ب) بعض التثبيت السالب	$\frac{4^n - 2^{n+1} - 3^n + 1}{4^n}$
١ . لايوجد تثبيت سالب		$\left(\frac{3}{4}\right)^n$
٢ . يوجد بعض التثبيت السالب		$1 = \left[1 - \left(\frac{3}{4}\right)^n\right]$

عن (Simmonds, 1979) pp 78

جدول : ٥ – ٢ : العشائر الخليطة التلقيح والعشائر الذاتية التلقيح

مفتوحة التلقيح	ذاتية التلقيح
١ . لها ميكانيكية تلقيح تصل الى التزاوج العشوائي .	١ . أزهار مغلقة تصل الى التلقيح الذاتي الاعتيادي
٢ . يكون الفرد خليطاً لعدة مواقع ،وتتوزع التغاير في المجتمع	٢ . تصل الأفراد الى حالة الأصالة ، وان التغاير يكون بين السلالات المكونة للمجتمع
٣ . تحمل جينات متنحية مؤذية	٣ . تميل الى ازالة المواقع المتنحية المؤذية .
٤ . لاتقاوم التربية الداخلية	٤ . تقاوم التربية الداخلية
٥ . أفضلية أكبر للخليط	٥ . أفضلية أقل للخليط
٦ . أكثر قدرة على الاقلمة (مرن من الناحية التطورية) على حساب الأقلمة الآنية .	٦ . أقلمة ضيقة نوعاً ما ، أقل مرونة .

عن (Simmonds, 1979) 81/pp .

(F_8) ، ولكنها من الناحية النظرية في المجتمعات الكبيرة العدد لا تصل الى الصفر. وعندما تنخفض نسبة الخلط يصل المجتمع الى حالة التوازن حيث يتكون من (2^n) من السلالات الأصيلة وبتكرار متساوٍ (حيث أن $p = q = r = s = 0.5$) . وعندما تكون قيمة $n = 10$ فان المجتمع سيحتوي في الجيل الثامن على حوالي ١٠٠٠ سلالة أصيلة وبعض السلالات القريبة من الأصالة والتي تستمر في الانعزال لجين أو جينين.

وهناك عدد من العوامل التي تؤثر في التكرار الجيني. ان الاختلافات في درجة الملائمة fitness تميل الى انحراف التكرار الجيني عن النصف. وحيث ان كلا المجتمعين قد نشأ من سلالات أصيلة فان يتم التخلص من الأليل غير الملائم. وعلى العموم فان الطفرة يمكن ان تؤدي الى الحصول على بعض الأليلات الضارة التي يمكن ان تحمل لفترة طويلة تحت مظلة الخليط بتكرار واطئ كما في الذرة الصفراء ولكنها ستتعرض الى انتخاب شديد واحتمال الازالة الكاملة في محاصيل التلقيح الذاتي كالشعير مثلاً . كذلك سيظهر تأثيرات

عشوائية للسيادة الفائقة في حالة الخليط في كلا المجتمعين (الخلطية والذاتية الاخصاب) وسيحافظ عليها ضد ضغط التربية الداخلية في الشعير. واذا ما كانت السيادة الفائقة تعود الى الارتباط التفوقي epistatic linkage فان أي اتحاد جديد سيقود الى خفض تأثيرات السيادة الفائقة على الملائمة والخلط.

ان وجود أية حالة ارتباط سيؤدي الى تأخير التوازن العام في كلا المجتمعين وأنه سيكون أكثر احتمالاً لحصوله في المجتمعات الذاتية الاخصاب وان كان قريباً فأنه سيؤدي الى ازالة بعض الاتحادات الجديدة للسلالات الأصيلة من العدد النهائي المتوقع للأصايل من المعادلة (2^n). ومن السهولة حساب ان حوالي نصف الاتحادات الجديدة في المحاصيل الذاتية الاخصاب تحصل في الأجيال F_2- F_1 وان ٩٥٪ منها ستحصل في الجيل الرابع F_4. وبالتأكيد سيؤثر الجنوح الوراثي العشوائي على التكرارات الجينية في كلا المجتمعين. ولكن وجود عدد كبير من النباتات (عدة مئات) في كل جيل فأنه من غير المحتمل حصول فقدان او تثبيت للأليلات.

اذا ما عوضنا عن مجتمع الذرة الصفراء بمجتمع آخر أكثر تعقيداً حصلنا عليه من خلط مجتمعين (مثلاً خلط صنفين مفتوحي التلقيح) ستكون النتائج مختلفة نوعاً ما. سيتأخر التوازن حتى بين المواقع الجينية غير المرتبطة، وتتغاير التكرارات الأليلية بشكل واسع وفقاً للتكرارات المشتركة في المجتمعات الأبوية، وتدخل الجينات المنتخبة النادرة من كلا الاتجاهين ولكن في نهاية الأمر ستصل الى حالة التوازن في البيئة الوراثية الجديدة. على العموم اشارت بعض الدراسات في الذرة الصفراء في ان جميع الاصناف مفتوحة التلقيح تحمل جينات متنحية مؤذية قد تصل الى حدود ٢٠ - ٣٠٪ من اللاقحات (Sim-monds, 1979).

في الشعير أشار Allard وجماعته (عن 1965, Baker and Stebbins). الى ان الجينات المعلمة marker gene في مجتمعات معقدة من الهجن لا تتجه ببساطة الى التثبيت عبر الأجيال. وعوضاً عن ذلك تبقى نسبة كبيرة من الخلط الوراثي Heterozygosity لعدة أجيال رغم ان هذا المحصول ذاتي التلقيح وبدرجة كبيرة (نسبة التلقيح الخلطي بحدود ١ - ٢٪). وقد أشارت التقديرات غير المباشرة للملائمة (W) fithesses لعينات من التكرارات للتراكيب الوراثية الى أفضلية الخليط Heterozygote advantage الذي يتغاير من موسم لآخر اي ان الملائمة غير ثابتة. وبالمقارنة مع حالة الذرة الصفراء لا يمكن توقيع تحقيق كسب في المحاصيل الذاتية التلقيح حيث يبقى الخليط لفترة

طويلة جداً. ولهذا الغرض يجب توفر درجة من التلقيح الخلطي (حتى ولو كان بمستويات واطئة) وأفضلية للخليط. ان التفسير المعتاد لأفضلية الخليط في الملائمة هو انها نوع من السيادة الفائقة الكاذبة Pseudo-overdominance التي لا يمكن تمييزها عملياً عن السيادة الفائقة الحقيقية. توضح هذه الحالات ان المجتمعات الذاتية التلقيح ليست على درجة كاملة من الأصالة كما يفترض في هذه المجتمعات.

ملخص :

بدأ من مجتمعات خليطة في عدة مواقع فان أبسط فرضيات وراثة المجتمعات تقود الى توقع النقاط التالية :

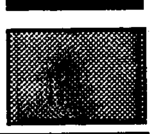
١. في المجتمعات المفتوحة التلقيح التي تتزاوج عشوائياً ستصل الى توازن هاردي– واينبرغ خلال جيل واحد من التزاوج العشوائي وتحافظ على مستوى ٥٠٪ خلط لكل موقع جيني.
٢. في المجتمعات الذاتية التلقيح ستصل الى حالة التوازن بعد أجيال عدة عندما يتكون المجتمع من خليط من السلالات الأصيلة. لا يمكن تحقيق هذه التوقعات البسيطة بسبب عوامل الطفرات. والتغيير في التكرارات الأليلية لاختلاف درجة الملائمة والارتباط، والجنوح الوراثي العشوائي والتغايرات في نظام التزاوج (بعض التلقيح الخلطي في مجتمعات ذاتية التلقيح). حتى في حالة عدد قليل من المواقع الجينية فان عدد التراكيب الوراثية في المجتمع سيصبح كبيراً جداً ويضاف الى ذلك التداخل بين الطفرات، الملائمة والارتباط. هذه الحالة تجعل من الصعوبة تفسير ما يحصل في مجتمعات تربية النبات بشكل مفصل. بعض الفروقات بين المجتمعات المفتوحة التلقيح والذاتية التلقيح موضحة في الجدول (٥– ٢).

Baker, H.G. and G.L. Stebbins. 1965. The genetics of colonizing species. Academic Press New York.
Crow, J.F. and M. Kimura. 1970. An Introduction to Population Genetics Theory. Harper and Row, New York.
Ewens, W.J. 1969. Population Genetics. Methuen, london.
Kojima, K. (ed.). 1970 Mathematical Topics in Population Genetics. Springer, Berlin, Heidelberg, New York.
Lewontin, R.C. 1974. Genetics Basis of Evolutionary Change. Columbia University Press. New York.
Li, C.C. 1955. Population Genetics. University of Chicago Press. U.S.A.
Mettler, L.E. and Gregg, T.G. 1969. Population Genetics and Evolution. Prentice – Hall, Englewood Cliffs. N.J. U.S.A.
Simmonds, N.W. 1979. Principles of Crop Improvement Longman, London and New York. pp 69 – 81.
Srb, A.M. (ed.). 1973. Genes, Enzymens and Populations. Plenum Press, New York.
Wright, A.J. 1977 Inbreeding in Synthetic Varieties of field beans (*vicia fabg*). J. agric. Sci. Camb. 89: 495 – 501.
Wright, J.W. 1976. Introduction to Forest Genetics. Academic Press London.
Wright, S. 1968, 1969, 1977. Evolution and Genetics of Populations I. II. III. University of Chicago Press. Chicago and London.

الفصل السادس
الوراثة الكمية في تربية النبات

طريقة التهجين الرجعي
معامل التوريث المتحقق
تصميم التراكيب الوراثية الموسع

الفصل السادس



الوراثة الكمية في تربية النبات

مقدمة :

كان اختبار مندل لعدد من الصفات التي تعينت بعدد من الجينات الرئيسة والتي يمكن التعبير عنها وتصنيفها مظهرياً من العناصر المهمة في نجاحه وعن طريقها تم فهم أسس التوريث. ولكن مندل والكثيرين من معاصريه على معرفة من أن قسماً كبيراً من التغاير البيولوجي مستمر continuous ولا يمكن تفسيره بشكل مبسط. وقد اوضح Johannsen ان بعض التباين يعود الى التأثير البيئي والبعض الآخر يعود الى مسببات وراثية ايضاً. وقد ذكر Galton ذلك في دراساته عن وراثة الانسان ، اما Darwin فقد نوه الى ان التغير الوراثي الصغير في الصفات مستمرة التوزيع يعد من الخطوط الأساسية في عملية التطور. ولم يحل الجدال بين علماء الوراثة وعلماء الاحصاء الحيوي Biometrics حول الموضوع حتى بداية العشرينيات من هذا القرن عندما أوضح East تجريبياً ان التغاير المستمر في الصفات الكمية يتوافق بشكل تام مع الانعزال المنديلي. وقد أرسى Fisher و Wright القواعد الرياضية الأساسية للوراثة الكمية التي تعني بوراثة التباين المستمر.

ان معظم التباينات التي يواجهها مربي النبات في انتخابه للصفات هي من النوع الكمي المستمر اما الجينات المندلية ذات التوزيع غير المستمر discontinuous فتكون الشواذ. ومن الناحية العملية فان فهم القواعد الأساسية في وراثة الصفات الكمية في تربية النبات له أهمية أكبر من الصفات النوعية (Simmonds, 1979). وهناك العديد من المصادر العلمية الرصينة التي تبحث في هذا المجال والتي ينبغي على الدارس مراجعتها مثل (Falconer, 1980) و (Kempthorne, 1957) و Mather و Jinks (1977) لغرض التعرف والاستزادة من المعرفة في هذا المجال الحيوي المهم.

توريث الصفات النوعية :

الصفات النوعية Qualitative traits هي تلك الصفات التي يمكن فصلها الى فئات منفصلة عند التوريث وبشكل لاتتداخل فيه الفئات مع بعضها البعض. وبهذه الصفات يكون من السهل جداً فصل الأفراد. وهناك تداخل بيئي ضئيل بين التراكيب الوراثية. وكانت الصفات التي تناولها مندل في تحليله من هذا الشكل. كان هناك شك بسيط حول تصنيف البذور بالنسبة لسطحها المجعد والأملس حيث أن للمظاهر الخارجية ذات التعبير عبر مدى واسع من البيئات.

ولمقارنة توريث الصفات النوعية مع الكمية سنستخدم نظاماً نظرياً بتناول ارتفاع النبات على سبيل المثال. فاذا كان لأحد الآباء الاصيلة (١٢) وحدة طول والأب الثاني (٢٤) وحدة، فان بالامكان توليد عدد من التوزيعات للجيل الثاني، وتعتمد هذه التوزيعات على النظام المستعمل للتوريث.

يوضح الشكل ٦ – ١آ حالة توريث نوعي لصفة ارتفاع النبات. وفي هذا الشكل لدينا فئتان مظهريتان في الجيل الثاني وبشكل منفصل. يسيطر على الصفة موقع مفرد ويكون الفعل الجيني سائداً تاماً وهناك تأثير بيئي قليل جداً ان وجد. في الشكل ٥– ١ب يوضح التوزيع التكراري مع تحوير بسيط لتوزيع المجتمع بسبب التغيير في الفعل الجيني. لايزال هناك موقع واحد يسيطر على الصفة ولكن الفعل الجيني تجميعي كامل Complete additive. ثلاث فئات مظهرية في الجيل الثاني وكل منها تتميز من الفئة الاخرى تماماً. لاحظ اننا لانزال نتعامل مع التوريث النوعي حيث أن الفئات المظهرية متميزة ولا توجد صعوبة في وضع النسل في فئاته حتى ولو كانت هناك فئات أكثر وبمسافات أقل بينها. من الامثلة على مثل هذه الصفات لون القنابع في الحنطة حيث يتحكم به جين رئيسي يمكن تصنيفه بشكل واضح اثناء عملية الانعزال.

توريث الصفات الكمية :

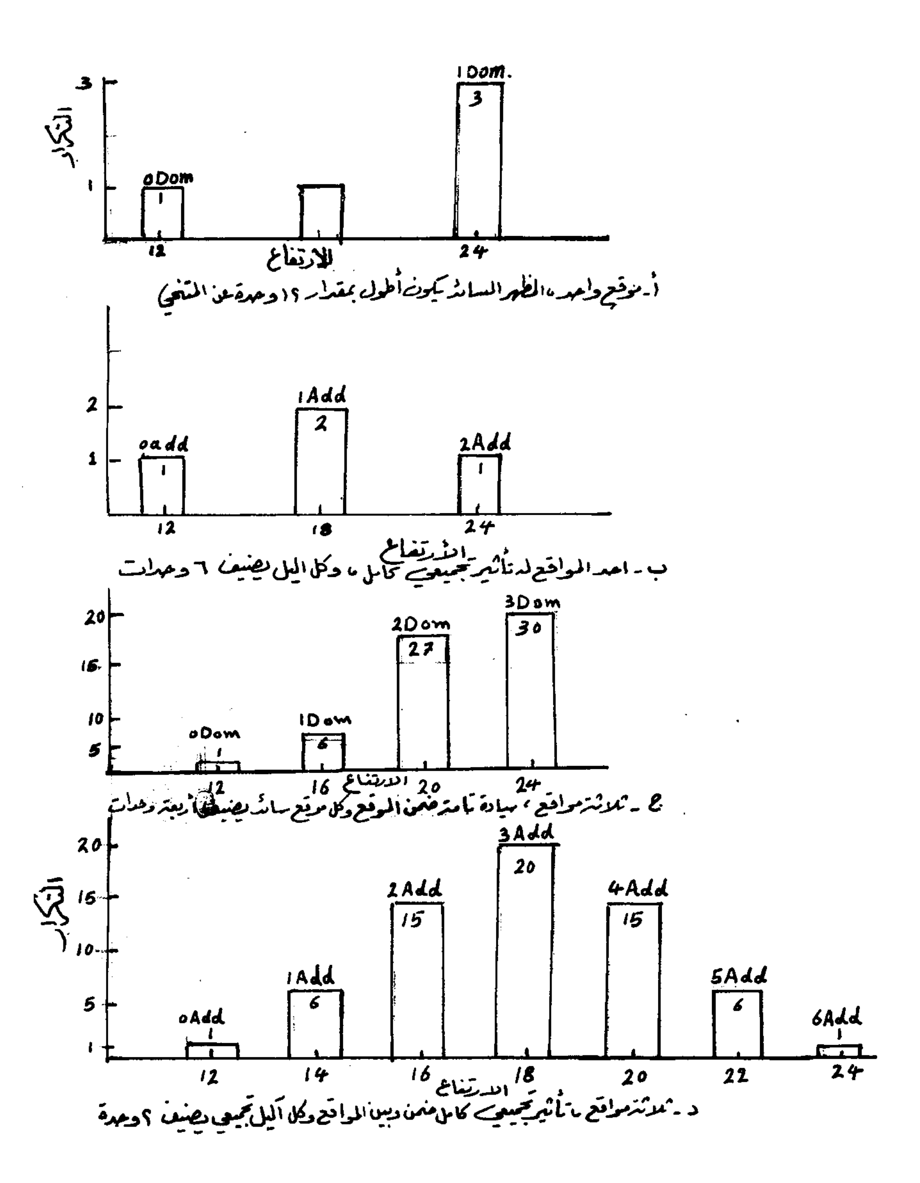
تتصف الصفات التي تورث بشكل كمي Quantitative trait بفقدان الفئات المنفصلة عن بعضها البعض. فهناك تداخل كبير من احدى الفئات مع الفئات التالية. يحصل هذا التدريج لسببين: الاول يعود الى ان التعقيد الوراثي الذي يحكم الصفة يزداد بادخال مايدعى بالتداخل بين المواقع interlocus interaction وعدد أكبر من المواقع. في الشكل ٦ – ١ جـ ازداد عدد المواقع الى ثلاثة وبوجود السيادة بين الأليلات ضمن

كل موقع جيني والتأثير التجميعي بين المواقع . فكل موقع يحتوي على أليل سائد يضيف أربع وحدات الى الارتفاع ، ولحاله الأصالة او الخلط للموقع الجيني قيم متساوية . نحصل على اربع فئات مظهرية ويعتمد تكرار كل فئة على عدد المواقع وحيث يوجد الأليل السائد . وقد تقلصت المسافة بين الفئات الى اربع وحدات .

وفي توزيع المجتمع المعروض في الشكل ٦ - ١ د هناك ثلاثة مواقع لاتزال تنعزل بشكل مستقل ولكن الفعل الجيني قد تغير الى تأثير تجميعي كامل ضمن وبين المواقع الجينية . كل آليل تجميعي يضيف وحدتين للارتفاع لاحظ ان مقدار الزيادة في المسافة بين كل فئة مظهرية قد تقلصت الى اثنين وتظهر لدينا سبع فئات في التوزيع . ان التأثير الصافي هو أن الفئات قد اقتربت من بعضها البعض بشكل أكثر عند اضافة مواقع جينية أكثر اوعند تغيير الفعل الجيني .

حتى هذه النقطة لم نصف تداخلا بيئيا الى التوزيع . وان جميع التراكيب الوراثية قد أعطت مظاهر متميزة وصنفت بشكل صحيح . فاذا أدخلنا عاملا بيئياً يسبب تغييراً في التعبير الجيني فان فصل الفئات يصبح أقل فأقل وفي النهاية ستمثل بشكل مجموعة قيم مستمرة التوزيع على المحور الافقي . لاحظ ان المجتمع في الشكل ٦ - ١ د قد وزع بشكل طبيعي بسبب السيطرة الوراثية . نحصل على التوزيع الطبيعي normal distribution ايضا عندما لايوجد تغاير وراثي وان قياسات الافراد تمثل عينة عشوائية مع مجتمع كبير . وعندما يصبح نظام التوريث أكثر تعقيدا وان للتأثير البيئي دورا أكبر في التعبير عن الصفة فأن تفسير البيانات سيكون أكثر صعوبة .

وقد قورن توريث الصفات النوعية والكمية بأشكال مختلفة من المجتمعات . وطبيعي هناك مجموعة متوسطة كبيرة والتي يصعب وضعها في فئات محددة . وتمثل هذه المجموعة منطقة التحول بين نظامي التوريث وتشمل الأنماط المتوسطة في التوريث مع تداخل بيئي يسمح فقط بالتعبير عن مظاهر بعض التراكيب الوراثية . ان العديد من صفات النبات الاقتصادية تقع ضمن هذه المجموعة وان على المربي معرفة كيفية تفسير القيم المظهرية وفقا للتحصيل الوراثي الكامن (Welsh, 1981) . واذا كان التأثير البيئي كبيرا فأنه يشك في التفسير الصحيح للفعل الجيني ونلجأ عادة الى اختبارات اخرى (مثل دراسة عينات التلقيح الذاتي للجيل الثالث F_3) . ومثل ماأوردنا سابقا فان التأثيرات البيئية يمكن ان تُولد تباينا مستمرا تكون هناك صعوبة كبيرة في تفسيره ويؤدي الى فقدان الوضوح المنديلي في هذه الحالة .



شكل ٦ – ١ تأثير الفعل الجيني السائد والتجميعي الى توزيعات الجيل الثاني

توصيف المجتمع :

ان تقويم الصفة الكمية يستند الى دراسة مجتمع من التراكيب الوراثية . ويمكن وصف المجتمع لصفة معينة باستعمال عدد من المعالم الاحصائية المختلفة (Falconer, 1981) .

١ . معدل المجتمع : **Population mean**

احدى الاحصائيات المهمة لوصف المجتمع هو معدل او متوسط اداء التراكيب الوراثية التي يحتويها . فاذا كان لدينا مجتمع مكون من (١٠) تراكيب وراثية وبحاصل للحبوب (٤٠) و(٤١) و(٤٦) و(٤٩) و(٥٠) و(٥٤) و(٥٨) و(٦١) و(٦٣) وحدة فان معدل الحاصل لهذا المجتمع يكون (٥٠,٦) وحدة . ان اجراء انتخاب مؤثر بين التراكيب الوراثية في المجتمع سيؤدي الى تغيير معدل اداء المجتمع .

وقد وصف Falconer (1981) معدل اداء المجتمع لموقع جيني واحد بأليلين مختلفين بالمعادلة (١)

$$M = a(p - q) + 2dpq \qquad \ldots (1)$$

حيث :

M = معدل المجتمع

a = قيمة التركيب الوراثي الأصيل

p = تكرار احد الأليلات

q = تكرار الأليل الثاني

d = قيمة التركيب الوراثي الخليط

ولتوضيح مكونات هذه المعادلة لنفرض لدينا موقع جيني واحد بأليلين A_2 , A_1 لتكون التراكيب الوراثية A_2A_2 , A_1A_2 ، A_1A_1 . ان رموز كل ترتيب وراثي هي كما يلي :

$$+a = A_1A_1$$

$$-a = A_2A_2$$

$$d = A_1A_2$$

ان قيمة (a) هي اداء التراكيب الوراثية الأصلية ناقصا معدل اداء التراكيب الوراثية الأصلية. لذا فان قيمة a+ للتركيب A_1A_1 - تكون كما يلي :

$$+ a = A_1A_1 - (A_1A_1 + A_2A_2) / 2 \quad \dots (2)$$

و a للتركيب A_2A_2 كما يلي :

$$- a = A_2A_2 - (A_1A_1 + A_2A_2) / 2 \quad \dots (3)$$

فاذا قيمة $A_1A_1 = 20$ وقيمة $A_2A_2 = 14$
فان التعويض من المعادلة (2) كالآتي :

$$+ a = 20 - (20 + 14) / 2 = + 3$$

والتعويض في المعادلة (3) لقيمة a− . كالآتي :

$$- a = 14 - (20 + 14) / 2 = - 3$$

ان قيمة (d) تكون قياس لدرجة السيادة. بين الأليات وتقاس بالاختلاف بين التراكيب الوراثية الخليطة ومعدل التراكيب الوراثية الاصلية أي :

$$d = A_1A_2 - \frac{A_1A_2 + A_2A_2}{2} \quad \dots (4)$$

فاذا كانت قيمة التركيب $A_1A_2 = 19$ ومعدل التراكيب الاصيلة هو (17) فان التعويض في المعادلة (4) سيعطينا قيمة d =2+ . درجة السيادة يعبر عنها كالآتي :

$0 < d < a$	سيادة جزئية	Partial dominance
$a = d$	سيادة كاملة	Complete dominance
$d > a$	سيادة فائقة	Overdominance

ان تكرار الأليل في المجتمع يتغاير من صفر الى واحد. وان مجموع التكرارات الأليلية في موقع ما سيكون واحداً. ولمناقشة معدل المجتمع فان تكرار الأليل A_1 يرمز له بالحرف (p) وتكرار A_2 يرمز له بالحرف (q).

لاتتغير قيم (a) و (d) في الموقع الجيني الواحد ولكنها يمكن ان تتغاير بين المواقع الجينية . ان التغيرات الحاصلة في معدل المجتمع تكون نتيجة التغيرات في تكرار الجين.

تركزت المناقشة السابقة على حالة الجين المفرد. ولكن في الصفات التي يسيطر عليها عدة مواقع جينية يكون معدل المجتمع يساوي مجموع المعدلات للمواقع المختلفة التي يمكن التعبير عنها كما يلي :

$$M = \Sigma a (p - q) + 2dpq \qquad ... (5)$$

نفترض المعادلة (5) عدم وجود تداخل تفوقي epistatic interaction بين المواقع الجينية التي تؤثر في معدل المجتمع . (Falconer, 1981) عادة لاتوجد طريقة لقياس قيم a و d و p أو q للمواقع المفردة في الصفة الكمية ، ولكن فهم دورها في تحديد معدل المجتمع يساعد في تقويم تأثير الانتخاب في آداء المجتمع .

القيم الوراثية : Genotypic values

يمكن توصيف المجتمع بكمية ونمط التباين الوراثي الذي يحتويه. يعتمد التحسين الوراثي للصفة الكمية على الانتخاب الفعال للأفراد التي تختلف في القيمة الوراثية Genotypic value . ويمثل التغاير في القيم الوراثية التباين الوراثي في المجتمع . وان وصف مختلف أنماط الفعل الجيني التي تحدد القيمة الوراثية للافراد في المجتمع يساعد في معرفة مفهوم التباين الوراثي (Fehr, 1987).

وقد ذكر Falconer (1981) ان القيمة الوراثية يمكن ان تكون على أساس الموقع المفرد اوكدالة لجميع المواقع التي تؤثر في الصفة الكمية ان القيمة الوراثية لموقع واحد (G) هي كما يلي :

$$G = A + D \qquad ... (6)$$

حيث تمثل الرموز G = القيمة الوراثية

A = قيمة التربية Breeding value

D = الانحراف السيادي Dominance deviation

وان القيمة الوراثية لجميع المواقع سوية يعبر عنها بالمعادلة (7)

$$G = A + D + I \qquad ... (7)$$

حيث أن (A)= مجموع قيم التربية للمواقع المنفصلة

D= مجموع الانحراف السيادي

I= التداخل الأليلي بين المواقع او الأنحراف التفوقي.

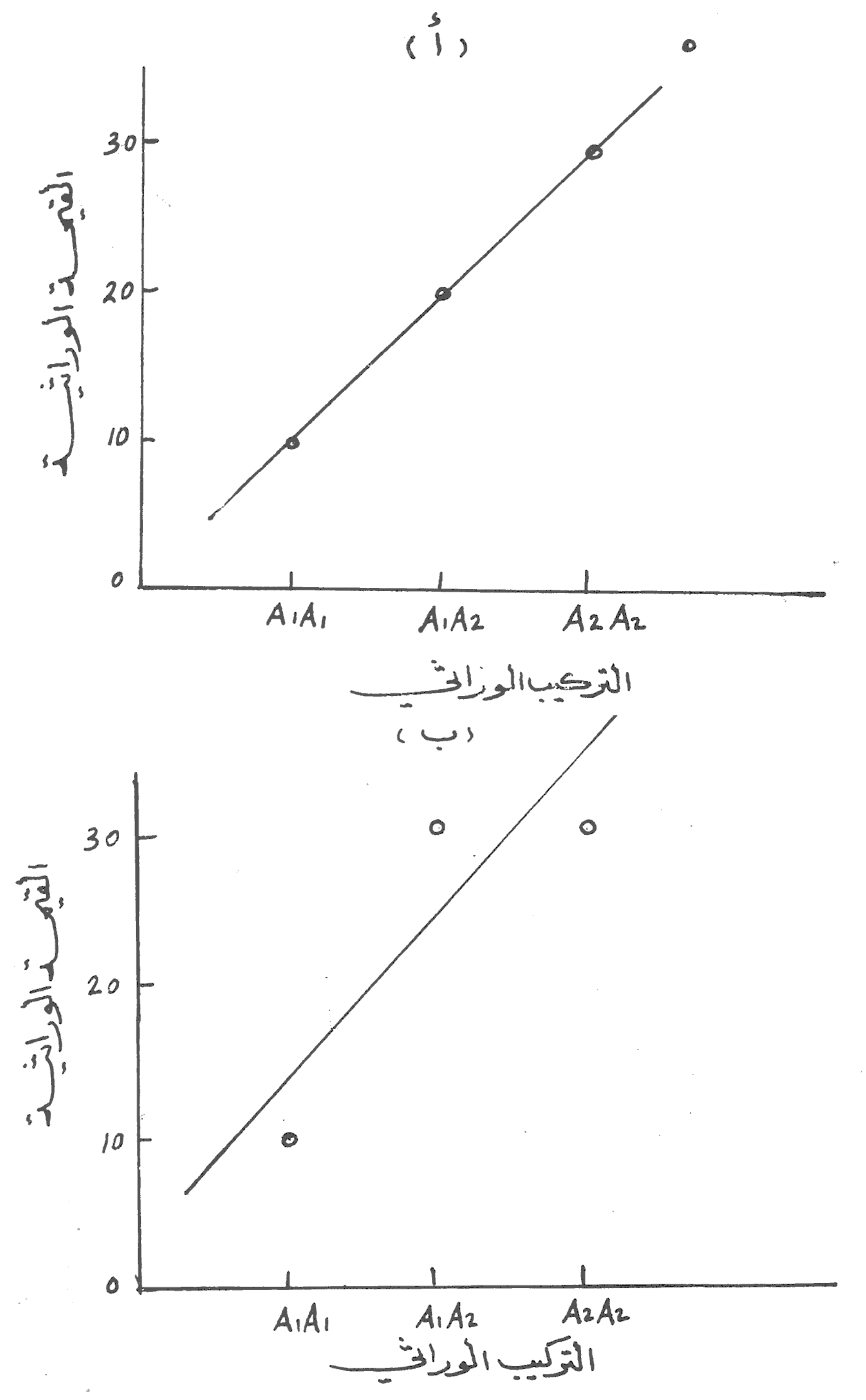
ان نمط الفعل الجيني المرافق لقيمة التربية ، الانحراف السيادي والانحراف التفوقي من المفاهيم المهمة في الوراثة الكمية.

قيمة التربية : Breeding value

تعبر قيمة التربية للفرد عن ذلك الجزء من القيمة الوراثية الذي يحدد معدل آداء نسله (Falconer, 1981). يمكن قياس قيمة التربية للفرد عن طريق (١) تضريب الفرد عشوائيا مع عدد من الأفراد في المجتمع (٢) معدل اداء النسل و(٣) طرح معدل آداء النسل من معدل المجتمع لتقدير الأنحراف (٤) ضرب الانحراف في ٢ . ان ضرب الانحراف في ٢ يكون بسبب ان نصف الجينات في النسل قد ساهم بها الفرد اما النصف الآخر فكان من عينة عشوائية من المجتمع وبقيمة تساوي معدل المجتمع (Fehr, 1987).

تحدد قيمة التربية لفرد ما في المجتمع بجمع معدل تأثيرات جيناته average effects of genes أو مايطلق عليه بالتأثير التجميعي للجينات . ان معدل تأثير تعويض جين معين هو قيمة معامل الانحدار (b) regression coefficient والذي نحصل عليه من الانحدار الخطي للقيمة الوراثية لموقع جيني مفرد على عدد الأليلات لنمط معين في ذلك الموقع . واذا لم يكن سيادة يعبر عنها الموقع الجيني فان مستقيم الانحدار الخطي يربط القيم الوراثية للتركيبين الاصيلين (شكل٦ – ٢ آ) . اما اذا كانت الحالة يعبر عنها بالسيادة فلا تقع أي من القيم الوراثية بشكل مباشر على خط الانحدار (شكل ٦ – ٢ ب) .

سيؤثر تكرار الجين في المجتمع الذي تم تضريب الفرد فيه على معدل تأثير التعويض الجيني عند وجود سيادة في ذلك الموقع . واذا ماعبر الأليل A_1 عن درجة معينة من السيادة على الأليل A_2 فان القيمة الوراثية لتركيب الخليط A_1A_2 تكون أقرب التركيب A_1A_1 مقارنة بالتركيب، A_2A_2 . ان تأثير تعويض A_2 عوضا عن A_1 يكون أكبر عندما يتم تغيير A_1A_2 الى A_2A_2 مقارنة بتغيير A_1A_1 الى A_2A_1 . لذلك فان معدل تأثير تعويض الجين يعتمد على التكرار النسبي لمختلف التراكيب الوراثية في المجتمع . ان تكرار التراكيب الوراثية في المجتمع يتحدد بالتكرار الجيني.



شكل ٦ – ٢ . انحدار القيمة الوراثية لموقع جيني على عدد الأليلات الملائمة في ذلك الموقع ، (أ) حالة عدم السيادة (ب) سيادة تامة (عن Fehr, 1987 ص 83)

ويمكن تلخيص العلاقة بين معدل تأثير التعويض الجيني مع درجة السيادة في موقع جيني وتكرار الجين بالمعادلة (8) :

$$\alpha = a + d(p - q) \quad \dots (8)$$

حيث

α = معدل تأثير تعويض الجين

a = الفرق بين أحد الأصايل ومعدل التركيبين االأصيلين .

d = الفرق بين تركيب الخليط ومعدل التركيبين الأصيلين .

p, q = التكرارت الأليلية في المجتمع .

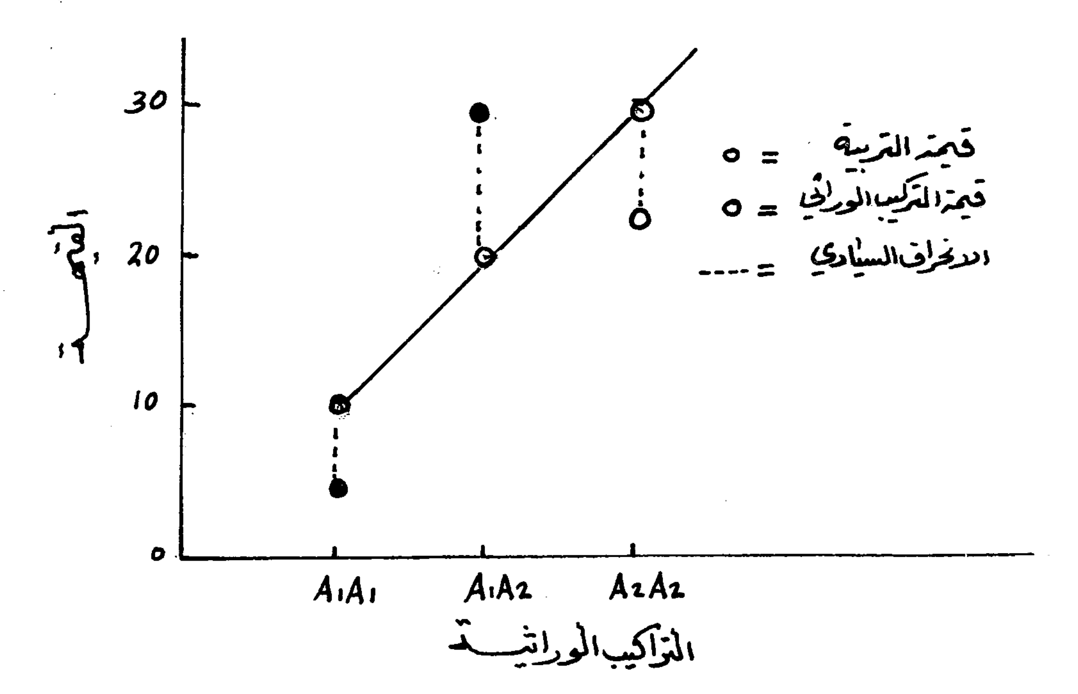
ان مجموع معدل التأثيرات الجينية ولجميع المواقع التي تسيطر على الصفة تحدد قيمة التربية breeding value للفرد ولتلك الصفة . وبغياب التفوق فان مجموع معدل التأثيرات عبر المواقع الجينية يساوي قيمة التربية التي نحصل عليها من تزاوج فرد الى مجتمع وقياس انحراف أداء النسل عن معدل المجتمع .

الانحراف السيادي : Dominance Deviation

يعبر الانحراف السيادي (D) في موقع معين عن الفرق بين القيمة الوراثية (G) وقيمة التربية (A) للفرد كما في المعادلة (g) (عن Falconer, 1981)

$$D = G - A \quad \dots (9)$$

هذه القيمة تمثل تداخل الأليلات في الموقع الجيني . ان درجة السيادة والتكرار الجيني في المجتمع تؤثر في القيم الوراثية والتربية وبالنتيجة ستؤثر في الانحرافات السيادية . الشكل ٦ - ٣ يوضح العلاقة بين القيم الوراثية ، قيم التربية والانحرافات السيادية .



شكل ٦ – ٣ العلاقة بين القيمة الوراثية genotypic value وقيمة التربية Breeding value والانحراف السيادي dominance deviation.

التداخل التفوقي : Epistatic interaction

يمكن ان تتأثر القيمة الوراثية للفرد لصفة معينة بتداخل الأليلات او التراكيب الوراثية لمواقع مختلفة ويقال لهذه الحالة بأنه تداخل بين المواقع interlocus interaction او التفوق epistasis . وبغياب التفوق فان القيمة الوراثية لجميع المواقع المسيطرة على الصفة تساوي مجموع القيم الوراثية للمواقع الجينية المفردة . وعندما يوجد تفوق فان القيمة الوراثية لجميع المواقع لن تساوي بشكل تام القيمة الوراثية للمواقع بمفردها .

أشكال التداخل التفوقي التي توصف في الوراثة الكمية لموقعين هي :

١ . تجميعي × تجميعي   Additive × Additive
٢ . تجميعي × سيادي   Additive × Dominance
٣ . سيادي × سيادي   Dominance × Dominance

اما بالنسبة لثلاثة مواقع جينية فان عدد التداخلات يزداد وتشمل على :

١ . تجميعي × تجميعي × تجميعي
٢ . تجميعي × تجميعي × سيادي
٣ . تجميعي × سيادي × سيادي
٤ . سيادي × سيادي × سيادي

في هذه المعادلات فان مصطلح « تجميعي » additive يعبر عن قيم التربية breeding value و « السيادي » يعبر عن الانحرافات السيادية dominance deviation . وبالنسبة لموقعين فان التداخل تجميعي × تجميعي يعبر عن تداخل قيم التربية لكلا الموقعين. والتداخل تجميعي × سيادي يعبر عن تداخل قيم التربية لأحد المواقع والانحرافات السيادية للموقع الثاني . اما التداخل سيادي × سيادي فهو تداخل الانحرافات السيادية للموقعين.

يعتمد التداخل التفوقي على معدل تأثيرات الجينات والانحرافات السيادية في المواقع المفردة . ونتيجة لذلك فانها تعتمد على درجة السيادة والتكرار الجيني في المجتمع . عادة هناك العديد من التحليلات الأحصائية الوراثية المعقدة التي تتناول هذا الموضوع وهي خارج نطاق هذا المقرر حالياً .

أشكال التباين الوراثي :

يمكن التعبير عن التباين الوراثي بين الأفراد في المجتمع بالمعادلة (10) حسب (Falconer, (1981) .

$$\sigma_g^2 = \sigma_A^2 + \sigma_D^2 + \sigma_i^2 \quad \dots (10)$$

حيث :

σ_g^2 = التباين الوراثي الكلي
σ_A^2 = التباين التجميعي وهو تباين قيم التربية بين الأفراد
σ_D^2 = التباين السيادي وهو التباين بين الأفراد للانحرافات السيادية
σ_i^2 = التباين التفوقي ، وهو التباين المرافق للاختلافات بين الأفراد في التداخلات التفوقية

ويمكن تجزئة التباين التفوقي الى مكوناته المختلفة مثل :

σ^2_{AA} = تجميعي × تجميعي

σ^2_{AD} = تجميعي × سيادي

σ^2_{AAA} = تجميعي × تجميعي × تجميعي .. وهكذا .

ان مقدار التباين الوراثي يكون خاصاً بالمجتمع الذي نحصل منه على المكونات . وتتأثر القيم الوراثية وقيم التربية والانحرافات السيادية والتداخلات التفوقية بدرجة السيادة في الموقع الجيني وتكرار الجينات في المجتمع . ونتيجة لذلك فان التغايرات بين القيم الوراثية تكون كدالة لدرجة السيادة والتكرار الجيني . ويمكن توضيح ذلك بأخذ التباينات الوراثية التجميعية والسيادة في موقع جيني واحد . تعرف مكونات التباين بالمعادلات التالية :

$$\sigma^2_A = 2pq\,[\,a + d\,(\,q - p\,)\,]^2 \qquad \ldots (11)$$

$$\sigma^2_D = (\,2pqd\,)^2 \qquad \ldots (12)$$

$$\sigma^2_g = \sigma^2_A + \sigma^2_D = 2pq\,[\,a + d\,(\,q - p\,)\,]^2 + (\,2pqd\,)^2 \qquad \ldots (13)$$

ان تعويض القيم المختلفة للمعالم d, q, p سيغير المقادير النسبية للتباينات التجميعية σ^2_A والسيادية (σ^2_D) والوراثية σ^2_g للمزيد راجع Falconer, (1981) .

تقدير التباين الوراثي :

هناك عدد من تصميات التزاوج mating designs التي يمكن استعمالها من قبل مربي النبات لتقدير التباين الوراثي في المجتمع . تختلف تصميات التزاوج باختلاف المادة الوراثية تحت التقويم والتي تحدد مديات التباين التجميعي ، والسيادي والتفوقي . التي يمكن تقديرها .

في الفقرات التالية سنناقش ثلاثة أنظمة تزاوج شائعة الاستخدام من قبل مربي النبات وهي :

١ . تصميم ثنائي الأليل — Diallele

٢ . التصميم I (المتداخل) — Design I

٣ . التصميم II (العاملي) — Design II

وهذه التصاميم تستعمل لغرض تقدير التباينات الوراثية. هناك عدد من الاحتياجات التي يجب تلبيتها لكل نظام للتزاوج بهدف الحصول على تقدير غير متحيز للتباين الوراثي (Baker, 1978). ان الفشل في تلبية مثل هذه الاحتياجات سيقود الى تقديرات متحيزة للتباين الوراثي. الاحتياج الاول للتصاميم الثنائية الأليل تصميم I والتصميم II هو كون الافراد المقيمة من احد المجتمعات تمثل عينة عشوائية من جميع التراكيب الوراثية الممكنة.

١. تصميم ثنائي الأليل : Diallele design

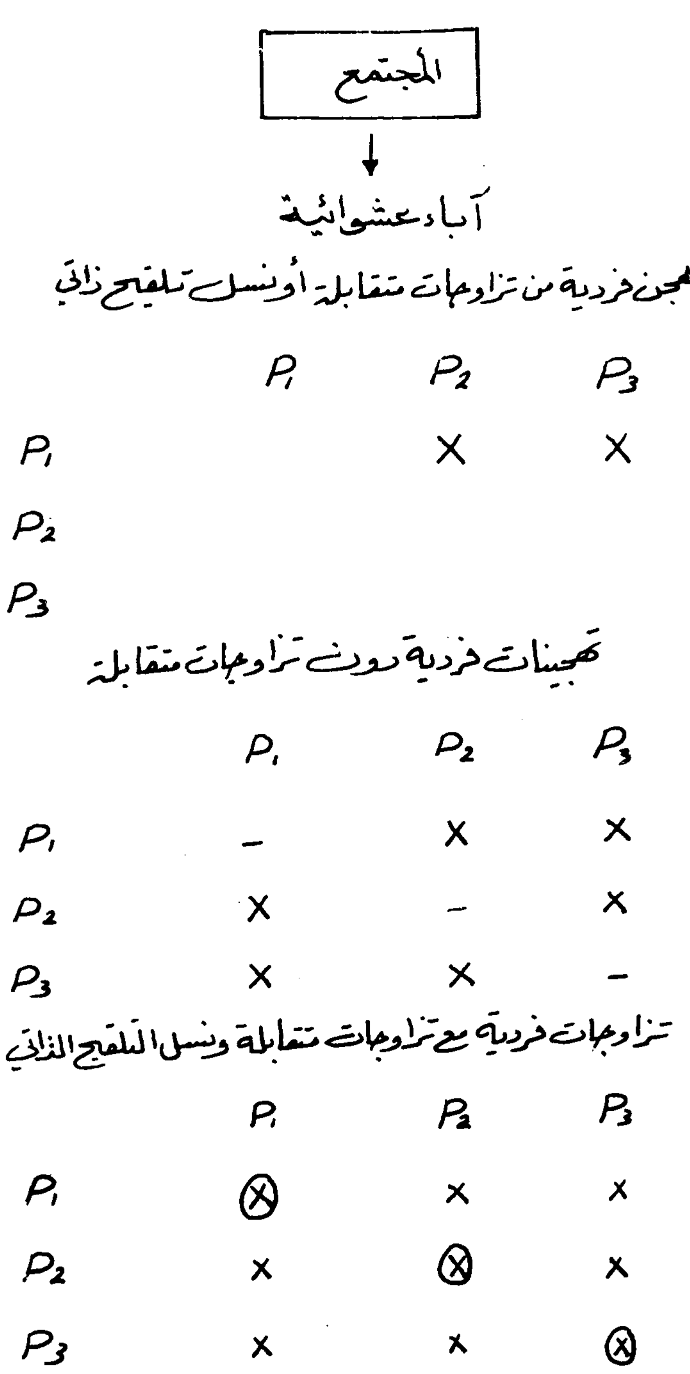
تشمل المادة الوراثية المقومة في تصميم التزاوج الثنائي الأليل على أفراد تم اختيارها عشوائياً مع مجتمع ما ونسلها الناتج من تهجينات الأفراد في جميع الاتجاهات. وقد تشمل التزاوجات بين الأفراد الهجن المتقابلة Reciprocal crosses والنسل الناتج عن التلقيح الذاتي.

لتحضير المادة الوراثية لهذا التصميم يتم التعرف على مجموعة من الآباء من المجتمع (شكل ٦ – ٤). يتم التلقيح الذاتي لكل تركيب وراثي لغرض تقويم أداها. يهجن كل تركيب وراثي مع بقية التراكيب الوراثية ويحافظ على بذوركل تهجين بصورة منفصلة. واذا ما تضمن تصميم ثنائي الأليل على الهجن المتقابلة يستعمل كل تركيب وراثي كأب وكأنثى في كل تزاوج وتحفظ البذور الهجينة من الهجن المتقابلة بشكل منفصل أيضاً.

يتحدد عدد المدخلات التي تقيم في تصميم ثنائي الأليل بعدد الآباء التي تم اختيارها من المجتمع. فاذا رمزنا الى عدد الآباء بالرمز (p) فان عدد أزواج التهجينات سيكون : p(p- 1)/2. وان الهجن المتقابلة ستضاعف عدد التزاوجات ويكون عددها p (p-1). فاذا كان لدينا عدد الآباء (5) فان عدد التزاوجات سيكون 10 = 5(5 = 1)/2 والعدد مع الهجن المتقابلة سيكون 20 = (5-1) 5

وعند تقويم التراكيب الوراثية في تصميم ثنائي الأليل فانه يمكن ان تضم أربعة توافقات من التهجينات ونسل التلقيح الذاتي للآباء وهذه التوافقات وهي حسب Griffing (1956)

آ. التهجينات
ب. التهجينات مع نسل التلقيح الذاتي للآباء
جـ. التهجينات المتقابلة
د. التهجينات المتقابلة ونسل التلقيح الذاتي للآباء



شكل ٦ – ٤ : إشتقاق النسل في تصميم التزاوج ثنائي الأليل حيث يتم تزاوج كل أب مع كل من الآباء الأخرى ويمكن تقييم التزاوجات المقابلة والذاتية كذلك.

يوضح الجدول ٦ – ١ تجزئة التباين الوراثي في التهجين الثنائي الأليل. ويمكن تقسيم التباين بين التهجينات في التصميم على تباين بين العوائل نصف الشقيقة half-sib families وتباين العوائل الشقيقة الكاملة full-sib families وهناك عائلة نصف شقيقة واحدة لكل في أب في تصميم ثنائي الأليل. ويتم ايجاد اداء العوائل نصف الشقيقة باخذ متوسط أداء جميع التهجينات التي يكون فيها احد الآباء مشتركاً. ان التباين بين العوائل نصف الشقيقة في تصميم ثنائي الأليل هو تقدير القدرة العامة على التوافق (GCA) General combining ability. اما العوائل الشقيقة الكاملة فهي تنتج من تزاوج بين كل أبوين ولذلك يكون عدد العوائل الشقيقة الكاملة في التصميم مساوياً لعدد الهجن المفردة التي يتم تقويمها. يستعمل اداء العوائل الشقيقة الكاملة للحصول على تقدير القدرة الخاصة على التوافق specific compining ability (SCA).

وتعتمد مكونات التباين الوراثي الذي يرافق التباين المشترك covariance للعوائل نصف الشقيقة (COV HS) والعوائل الشقيقة الكاملة (COV FS) على معامل التربية الداخلية (F) inbreeding coefficient للتراكيب الوراثية المستعملة كآباء في التهجين الثنائي الأليل. وعندما تكون الآباء بشكل نباتات جيل ثانٍ (F_2) او سلالات مشتقة منها S_0 (اي قيمة F = 0) فان مكونات التباين الوراثي تكون كما يلي: Fehr, (1987).

$$\text{COV HS} = \frac{1}{4}\sigma^2_A + \frac{1}{16}\sigma^2_{AA} + \text{high order additive epist} \quad \dots (14)$$

$$\text{COV FS} = \frac{1}{2}\sigma^2_A + \frac{1}{4}\sigma^2_D + \frac{1}{4}\sigma^2_{AA} + \text{other forms of}$$

$$\text{additive and dominant epistasis} \quad \dots (15)$$

وبافترا عدم وجود التفوق فان التباين المشترك لانصاف الاشقاء (COV HS) يضرب في أربعة للحصول على التباين التجميعي أي

$$\sigma^2_A = 4 \text{ COV HS} \quad \dots (16)$$

ولتقدير التباين السيادي σ^2_D نتبع المعادلة (17)

$$\sigma^2_D = 4(\text{COV FS} - 2 \text{ COV HS}) \quad \dots (17)$$

جدول ٦ - ١ تحليل التباين للتهجينات ثنائية الأليل بموجب الموديل العشوائي (Model II). عدد التهجينات $n(n-1)/2$ لعدد من الآباء (n) يعبر عن معدل المربعات المتوقع $E(MS)$ بمصطلحات التباين المشترك للأقرباء.
المصطلحات :- r = عدد المكررات . n = عدد الآباء . CovFS التباين المشترك للأشقاء الكاملة و CovHS التباين المشترك لأنصاف الأشقاء . المصدر . Hallauer and Mirand (1981) .

مصادر التغاير	درجات الحرية	معدل المربعات	معدل المربعات المتوقع
المكررات Replication	$r-1$		
التهجينات Crosses	$[n(n-1)/2]-1$	M_2	$\sigma^2 + r\sigma_c^2$
القدرة العامة على التآلف GCA	$n-1$	M_{21}	$\sigma^2 + r(CovFS - 2CovHS) + r(n-2)CovHS$
القدرة الخاصة على التآلف SCA	$n(n-3)/2$	M_{22}	$\sigma^2 + r(CovFS - 2CovHS)$
الخطأ التجريبي Error	$(r-1)\{[n(n-1)/2]-1\}$	M_1	σ^2
المجموع Total	$rn-1$		

وعندما تكون الآباء سلالات نقية مختارة بشكل عشوائي من المجتمع (F = 1) فان مكونات التباين الوراثي كالآتي :

$$COV\ HS = \frac{1}{2}\sigma^2_A + \frac{1}{4}\sigma^2_{AA} + \text{higher orders of additive epistasis} \quad \dots (18)$$

$$COV\ FS = \sigma^2_A + \sigma^2_D + \sigma^2_{AA} + \text{higher orders of additive and dominant epistasis} \quad \dots (19)$$

وبافتراض عدم وجود تفوق ، يضرب التباين المشترك COV HS باثنين للحصول على التباين التجميعي (σ^2_A) أي :

$$\sigma^2_A = 2\ COV\ HS \quad \dots (20)$$

ولتقدير التباين السيادي (σ^2_D) تتبع المعادلة (21)

$$\sigma^2_D = COV\ FS - 2\ COV\ HS \quad \dots (21)$$

التصميم I أو المتداخل : Design I/ (Nested Design)

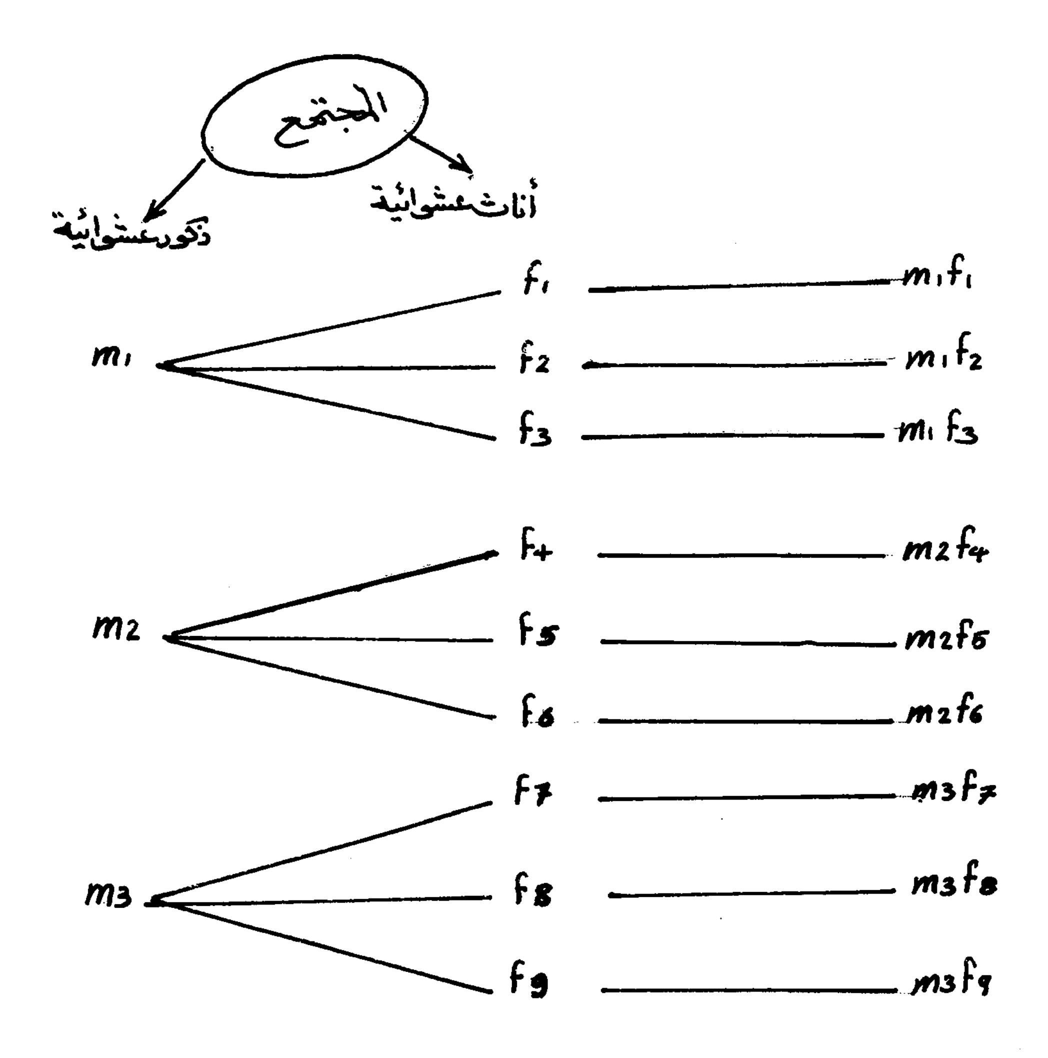
يقسم التباين بين الهجن الفردية على تباين بين الآباء الذكور وتباين بين الاناث (الجدول ٦ – ٢) . معدل المربعات المتوقع لمصادر التغاير تشمل التباين المشترك لانصاف الاشقاء (COV HS) والتباين المشترك للأشقاء الكاملة (COV FS) .
مكونات التباين الوراثي المرافق لهذه التباينات المشتركة واستعمالها للحصول على تقديرات التباين التجميعي (σ^2_A) والسيادي (σ^2_D) مماثلة لتلك التي وصفناها في تصميم الثنائي الأليل (1981) ,(Hallauer and Miranda) .

يمكن تقسيم التباين الوراثي بتصميم التهجين المسمى «التصميم I» أو التصميم المتداخل Nested Design حيث يهجن كل ذكر مع أنثى مختلفة من المجتمع . المادة الوراثية لهذا التصميم تشتمل على تهجينات بين آباء مختارة بشكل عشوائي من المجتمع بعضها يكون ذكوراً والبعض الآخر اناثاً . يهجن كل نبات ذكر مع عدد متساوٍ من الاناث (شكل ٦ – ٥) . تستعمل مجموعة مختلفة من الاناث لكل ذكر. عدد الهجن الفردية المتكونة من التزاوجات يساوي : عدد الذكور (Pm) X عدد الاناث (Pf) التي هجنت مع كل ذكر. أي $Pm\ X\ P_f$ فاذا كان لدينا ١٠ ذكور هجن كل منها الى خمس اناث فان عدد الهجن الفردية الواجب تقويمها تساوي ٥٠ هجيناً فردياً .

جدول ٦ – ٩ . تحليل التباين للتصميم الأول Design I من تصميم التزاوج ولبيئة واحدة .
(عن Hallauer and Miranda, 1981)

مصادر التغاير	درجات الحرية	معدل المربعات	معدل المربعات المتوقع: مكونات التباين	معدل المربعات المتوقع: التباين المشترك للأقرباء
التكرارات Replication	$r-1$			
الذكور Males	$m-1$	M_3	$\sigma^2 + r\sigma^2 f/m + rf\sigma^2_m$	$\sigma^2 + r(CovFs - CovHs) + rfCovHs$
الإناث/الذكور Females/Males	$m(f-1)$	M_2	$\sigma^2 + r\sigma^2 f/m$	$\sigma^2 + r(CovFs - CovHs)$
الخطأ التجريبي Error	$(r-1)(mf-1)$	M_1	σ^2	σ^2
المجموع Total	$rmf-1$			

المصطلحات : r و m و f = عدد المكررات ، الذكور والإناث ضمن الذكور على التوالي . M = معدل المربعات ، CovFs و CovHs : التباين المشترك لعوائل أنصاف الأشقاء والأشقاء الكاملين على التوالي .

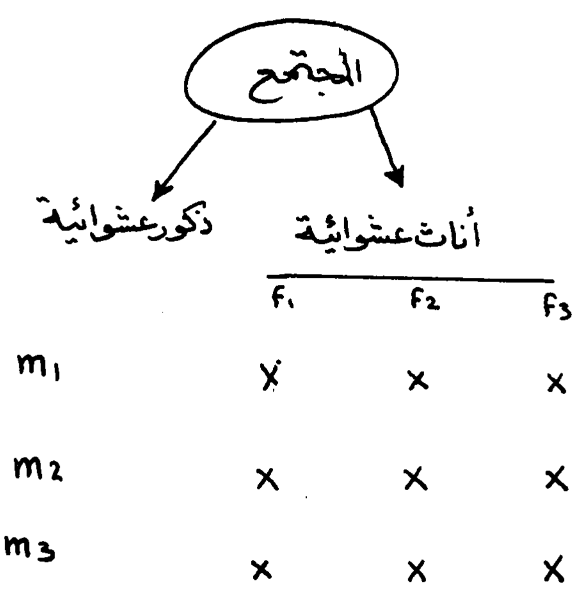


شكل ٦– ٥ إشتقاق الأنسال في التصميم I (المتداخل) كل ذكر يهجن مع أنثى مختلفة من المجتمع (عن Fehr, 1987) .

التصميم II أو العاملي : Design II (Factorial)

التصميم II هو تصميم عاملي حيث تستعمل بعض الآباء من المجتمع ذكوراً والبعض الآخر إناثاً. يهجن كل أب ذكر مع كل أنثى ولكن الآباء الذكور (النباتات المستخدمة كذكور) لا تهجن مع بعضها البعض، وكذلك الآباء الاناث (النباتات المستخدمة كاناث) لا تهجن مع بعضها البعض (الشكل ٦ – ٦) يكون عدد التهجينات الفردية مساوياً لعدد الآباء الذكور (P_m) مضروباً بعدد الأناث (P_f) أي $P_m * P_f$.

فاذا كان لدينا ثمانية ذكور وست اناث فان عدد الهجن الفردية سيكون ٤٨ والتي تضمها التجربة .



شكل ٦ – ٦ . اشتقاق الأنسال في التصميم العاملي . يهجن كل ذكر الى نفس الأنثى (Fehr, 1987) .

يجزأ التباين بين الهجن الى تباين بين الآباء الذكور وتباين بين الاناث والتداخل للذكور× الاناث (جدول ٦ – ٣) . يرمز للتباين المشترك للعوائل نصف الشقيقة COV HS_m عندما يكون الأب الذكر مشتركاً في جميع التهجينات . و $COVHS_f$ عندما تشترك الانثى في جميع التهجينات . وتكون مكونات التباين الوراثي المرافقة للتباينات المشتركة متماثلة في الحالتين . عندما تكون الآباء غير أصيلة (F = 0) فأن :

$$COV\ HS_m \text{ or } COV\ HS_f = \frac{1}{4}\sigma_A^2 + \frac{1}{16}\sigma_{AA}^2 + \text{other forms of additive epistssis} \qquad \ldots (22)$$

جدول ٦-٢ . تحليل التباين للتصميم الثاني Design II من تصميم التزاوج في بيئة واحدة .
(عن Hallauer and Mirandi 1981) .

مصادر التغاير	درجات الحرية	معدل المربعات	معدل المربعات المتوقعة: مكونات التباين	معدل المربعات المتوقعة
المكررات Replication	$r-1$			
الذكور Males	$m-1$	M_4	$\sigma^2 + r\sigma^2 fm + rf\sigma^2 m$	$\sigma^2 + r(CovFS - CovHSf - CovHSm) + rf CovHSm$
الاناث Females	$f-1$	M_3	$\sigma^2 + r\sigma^2 fm + rm\sigma^2 f$	$\sigma^2 + r(CovFS - CoHSf - CovHSm) + rm CovHSf$
الذكور x الاناث Males x Females	$(m-1)(f-1)$	M_2	$\sigma^2 + r\sigma^2 fm$	$\sigma^2 + r(CovFS - CovHSf - CovHSm)$
الخطأ التجريبي Error	$(r-1)(mf-1)$	M_1	σ^2	σ^2
المجموع Total	$rmf-1$			

المصطلحات : r و m و f = عدد المكررات والذكور والإناث على التوالي . M = معدل المربعات ، $CovFS$ و $CovHS$ = التباين المشترك لعوائل الاشقاء الكاملة وانصاف الاشقاء على التوالي .

وعندما تكون الآباء أصيلة $(F = 1)$ فأن :

$$\text{COV HS}_m \text{ or COV HS}_f = \frac{1}{2}\sigma^2_A + \frac{1}{4}\sigma^2_{AA} + \text{other forms of additive epistasis} \quad \dots (23)$$

فصل التغايرات المشتركة للعوائل نصف الشقيقة للآباء الذكور والاناث يعطي تقديرات منفصلة للتباين التجميعي σ^2_A . نحصل على التباين السيادي (σ^2_D) من العلاقة الآتية :

$$\sigma^2_D = \text{COV FS} - (\text{COV HS}_m + \text{COV HS}_f) \quad \dots (24)$$

معامل التوريث : Heritability

رأينا ان التباين الكلي في المجتمع ناتج عن توافقات التأثير الوراثي والبيئي . ومن المهم جداً في برامج التربية معرفة مقدار التباين لكل من هذين المصدرين لأهمية مقدار التباين الوراثي في الحصول على التحسين الوراثي المطلوب للنبات حيث ان مدى تأثير الانتخاب للصفة ، يعتمد على الأهمية النسبية للعوامل الوراثية وغير الوراثية في التعبير عن الاختلافات المظهرية . بين التراكيب الوراثية في المجتمع وهو مفهوم معامل التوريث Heritability . ان لمعامل التوريث دوراً رئيساً في اختيار الطرق الملائمة لتحسين المجتمع أو التربية الداخلية وغيرها من نواحي الانتخاب . ان انتخاب النبات الفردي قد يكون مؤثراً في الصفات ذات معامل التوريث العالي ولكنه غير مؤثر في الصفات ذات قوة التوريث الواطئة . ان مدى تكرار الاختبار للمنتخبات يعتمد على معامل توريث الصفة .

يعرف معامل التوريث (σ^2_h) بنسبة التباين الوراثي (σ^2_g) الى التباين المظهري σ^2_p أي :

$$h^2 = \frac{\sigma^2_G}{\sigma^2_p} \quad \dots (25)$$

ويمكن تجزئة التباين المظهري σ^2_p الى :

$$\sigma^2_p = \sigma^2_G + \sigma^2_{GE} + \sigma^2_E \quad \dots (26)$$

حيث σ^2_E يعبر عن التباين البيئي و σ^2_{GE} عن تباين التداخل الوراثي البيئي .

ينتج التباين البيئي σ^2_E من قياس الاختلافات بين المظاهر والناتج عن الفشل في معاملة كل تركيب وراثي متماثل ويصطلح بتسميته بالخطأ التجريبي أو التباين البيئي . أما تباين التداخل σ^2_{GE} فيعبر عن الاختلافات المظهرية المسببة عن التداخل الوراثي البيئي الناتجة عن فشل التراكيب الوراثية في الاداء المتساوي نسبة لبعضها البعض عندما يتم تقويمها في مواقع مختلفة أو سنوات مختلفة أي أن :

$$\sigma^2_{GE} = \sigma^2_{GL} + \sigma^2_{GY} + \sigma^2_{GLy} \qquad \ldots (27)$$

حيث : σ^2_{GL} = تداخل التركيب الوراثي × المواقع

σ^2_{Gy} = تداخل التركيب الوراثي × السنوات

σ^2_{GLy} = تداخل التركيب الوراثي × المواقع × السنوات

يضم معامل التوريث بالمعنى العام (h^2_{bs}) Broad Sense Heritability جميع أشكال الفعل الجيني ، السيادي (σ^2_D) ، التجميعي (σ^2_A) والتفوق (σ^2_I) . قيمة معامل التوريث تتراوح بين واحد حيث يكون جميع التباين وراثيا الى صفر حيث يكون جميع التباين ناتجاً عن تأثير البيئة . معاملات التوريث الحقيقية تقع بين هذا المدى أي بين صفر- ١ .

$$h^2_{bs} = \frac{\sigma^2_G}{\sigma^2_p} = \frac{\sigma^2_A + \sigma^2_D + \sigma^2_I}{\sigma^2_p} \qquad \ldots (28)$$

أما معامل التوريث بالمعنى الخاص h^2n.s. narrow sense heritability فهو نسبة التباين الوراثي التجميعي σ^2_D الى التباين المظهري σ^2_p أي :

$$h^2_{h.s.} = \frac{\sigma^2_D}{\sigma^2_p} \qquad \ldots (29)$$

ان معامل التوريث بالمعنى الخاص أكثر فائدة بسبب قياسه الأهمية النسبية للتباين التجميعي الذي يمكن توريثه للجيل التالي للنسل. ان هذه الناحية مهمة عندما يستعمل معامل التوريث لتخمين الحاصل المتوقع من الانتخاب لصفة معينة.

تتأثر تقديرات معامل التوريث بمقدار التباين الوراثي الموجود للصفة في المجتمع المدروس. ان عدد والاختلاف الوراثي للآباء المستعملة لتكوين المجتمع له علاقة مباشرة بكمية التباين الوراثي الموجود. يتوقع من المجتمع المشتق من التهجينات بين آباء مختلفة أن يحتوي على تباين وراثي أكبر من المجتمع المشتق من آباء قليلة وقريبة من بعضها البعض. ان مقدار التلقيح الذاتي في المجتمع سيؤثر في التباين الوراثي بين الأفراد. وكلما ازداد مستوى التربية الداخلية فان مقدار التباين الوراثي بين الأفراد سيزداد. بالنتيجة فأن تقدير معامل التوريث المحصل عليه من تقويم نباتات الجيل الثاني (F_2) يختلف عن التقديرات المحصل عليها من الجيل الرابع(F_4) ,(Fehr, 1987) ،

طرق تقدير معاملات التوريث :

يمكن حساب معامل التوريث للصفة بعدد من الطرق وان القيم المحصل عليها يمكن ان تتغاير بعض الشيء. وهذه الطرق كما يلي :

١ - طريقة مكونات التباين : Variance components method

تعطي هذه الطريقة أعلى مرونة في حساب مدى تأثير الطرق المختلفة للانتخاب. على أساس مكونات التباين المحصل عليها من طرق تحليل التباين (جدول ٦ - ٤). يمكن استعمال مكونات التباين لحساب معاملات التوريث على أساس قياسات النبات المفرد أو كمعدل اللوح أو متوسط التركيب الوراثي.

ان حساب معامل التوريث بالمعنى الضيق يتطلب تقدير التباين الوراثي التجميعي في المجتمع. ويمكن استعمال تصاميم التهجين التي ذكرت آنفا في الحصول على مثل هذه التقديرات مثل تصميم I وتصميم II وتصميم ثنائي الأليل.

جدول ٦-٤ معادلات حساب معاملات التوريث (h^2) بطريقة مكونات التباين ولاربع وحدات انتخابية مختلفة .

١- معامل التوريث المحسوب على اساس النبات الواحد عندما يستند الانتخاب على نباتات من المجتمع الذي لم يقسم على الواح او بلوكات .

$$h^2 = \frac{\sigma_g^2}{\sigma_w^2 + \sigma^2 + \sigma_{ge}^2 + \sigma_g^2}$$

٢- معامل التوريث المحسوب على اساس النبات الواحد عندما يستند الانتخاب الى مقارنة النباتات ضمن اللوح. تستخدم المعادلة ايضاً في حالة تقسيم نباتات المجتمع الى بلوكات او تقسيم شبكي grid ومقارنة النباتات ضمن البلوك الواحد مع بعضها البعض دون الالتفات الى اداء النباتات في بقية البلوكات .

$$h^2 = \frac{\sigma_g^2}{\sigma_w^2 + \sigma_{ge}^2 + \sigma_g^2}$$

٣- معامل التوريث على اساس اللوح :-

$$h^2 = \frac{\sigma_g^2}{\sigma_w^2/n + \sigma^2 + \sigma_{ge}^2 + \sigma_g^2} = \frac{\sigma_g^2}{\sigma_e^2 + \sigma_{ge}^2 + \sigma_g^2}$$

٤- معامل التوريث على اساس معدل السلالة entry-mean

$$h^2 = \frac{\sigma_g^2}{\sigma_e^2/rt + \sigma_{ge}^2/t + \sigma_g^2}$$

الاصطلاحات : h^2 = معامل التوريث ، σ_g^2 = التباين الوراثي ، σ_w^2 = تباين بين النباتات ضمن اللوح ، σ^2 = تباين بين الالواح او البلوكات ، σ_e^2 = الخطأ التجريبي $(\sigma_w^2/n)+\sigma^2$ و σ_{ge}^2 = التداخل الوراثي البيئي .

n = عدد النباتات ضمن اللوح او البلوك ، r = عدد المكررات .

t = عدد البيئات ضمن الاختبار .

٢- طريقة انحدار النسل على الآباء :

Parent – offspring Regression

تستعمل طريقة الانحدار الخطي لاداء النسل على آداء الآباء كطريقة لتقدير– معامل التوريث (Lush, 1940) . نموذج الانحدار الخطي كما يلي :

$$Y_i = a + bX_i + e_i \qquad ...(30)$$

حيث ان :

Y_i = آداء نسل الأب i

a = معدل آداء جميع الآباء المستعملة

b = معامل الانحدار الخطي

X_i = آداء الأب i

e_i = الخطأ التجريبي المرافق مع قياسات X_i

في أنواع النباتات فان كلمة الأب Parent تعني نبات أو سلالة عشوائية من المجتمع ، أما النسل فهو اما نصف– شقيق أو نسل تلقيح ذاتي . كذلك يمكن استعمال انحدار متوسط الآباء– نسل mid – parent – offspring regression الذي يعبر عن العلاقة بين متوسط آداء الأبوين ونسل الاشقاء الكاملة .

تعتمد علاقة معامل الانحدار مع معامل التوريث على شكل النسل الذي يتم تقويمه . كذلك فأن شكل النسل يحدد ان كان معامل التوريث بالمعنى الواسع أو الضيق . ولتوضيح ذلك لنأخذ تقويم نباتات الجيل الثاني F_2 من مجتمع تزاوج أفراده عشوائيا من دون تربية داخلية . في البداية يتم تقويم نسل أنصاف الاشقاء ، لنباتات الجيل الثاني . نحصل على بذور أنصاف الاشقاء من تزاوج نباتات الجيل الثاني (الأب) الى عينة عشوائية من نباتات الجيل الثاني في المجتمع . ان قيمة معامل الانحدار (b) التي نحصل عليها من انحدار نسل أنصاف الاشقاء يساوى $\frac{1}{2}$ معامل التوريث. تضرب قيمة معامل الانحدار في ٢ للحصول على تقدير معامل التوريث أي : $h^2 = 2b$

معادلة معامل الانحدار الخطي (b) هي كالآتي :

$$b = \sigma_{Xy} / \sigma^2_X \qquad ...(31)$$

حيث :

σ_{Xy} = التباين المشترك بين الآباء (x) والنسل (y) ،

σ^2_X = التباين المظهري بين الآباء.

ان العلاقة الوراثية المعرفة بالتباين المشترك يحدد فيما اذا كان البسط يشمل على التباين الوراثي التجميعي فقط بالنسبة لمعامل التوريث بالمعنى الضيق. أو (أشكال اخرى للتباين الوراثي بالنسبة لمعامل التوريث بالمعنى الواسع. ان التباين المشترك للنسل نصف الشقيق على ابائها يشمل على التباين التجميعي وأشكال من تداخل التجميعي مع التفوق ولكن لاتوجد سيادة. يمكن عدّ معامل التوريث بالمعنى الضيق في هذه الحالة مالم يكن التباين التجميعي - التفوقي مهما.

الشكل الثاني من النسل الذي نحصل عليه من الجيل الثاني وهو **نسل التلقيح الذاتي**. يتم قياس الصفة على نباتات عشوائية من الجيل الثاني ثم نحصل على البذور من التلقيح الذاتي لكل من هذه النباتات ثم نقوم النسل للصفة المدروسة. جميع الأليلات في النسل تم الحصول عليها من الأب. في هذه الحالة فان قيمة معامل الانحدار (b) الناتجة من انحدار- الأب- النسل مساوية لمعامل التوريث أي $b = h^2$. ان مكونات التباين الوراثي المعرفة بالتباين المشترك للأب- النسل في هذه الحالة تشمل على التباين التجميعي، السيادي والتفوقي لذا يكون معامل التوريث بالمعنى الواسع في هذه الحالة.

هناك شكل آخر من النسل وهو **نسل الاشقاء الكاملة** الذي نحصل عليه من تزاوج اثنين من نباتات الجيل الثاني عشوائيا. تقاس الصفة على نباتات الجيل الثاني ونجد المتوسط أو قيمة متوسط الآباء. بعد ذلك يتم ايجاد معامل الانحدار لنسل الاشقاء الكاملة الذي نحصل عليه من تزاوج الأبوين ويكون معامل الانحدار مساويا لمعامل التوريث $b = h^2$. ويشمل التباين الوراثي المشترك اشكالاً من التباين التجميعي والتجميعي التفوقي لذلك نحصل على معامل التوريث بالمعنى الضيق عندما يكون التباين المشترك- التجميعي التفوقي غير مهم.

هناك عدد من الفرضيات التي تستند اليها انحدار الأب- النسل وهي :

آ. توريث الصفة المدروسة بشكل ثنائي ومندلي.
ب. التزاوج العشوائي بين الآباء.
ج. المجتمع متوازن من ناحية الارتباط او لايوجد ارتباط بين المواقع المؤثرة في الصفة.
د. الآباء ليست سلالات نقية.
هـ. لايوجد ارتباط بيئي بين آداء الآباء والنسل.

ان الفشل في تلبية هذه الفرضيات يسبب تحيزا في تقديرات معامل التوريث. عندما تكون الآباء أصيلة أي inbred يستعمل معامل تصحيح لتقدير معامل التوريث (Smith and Kinman, 1965). ولايشكل الارتباط البيئي بين آداء الآباء والنسل مشكلة اذا ماتم التوزيع العشوائي الآباء والنسل كمدخلات مستقلة في التجربة. ولايمكن تلبية هذه الفرضية اذا تم تقويم الآباء والنسل في ذات اللوح بدلا من التوزيع العشوائي ضمن المكررات. (Vogel et al, 1980).

٣. الارتباط بين الآباء والنسل :

افترض Frey و Horner (1957) الارتباط بين آداء الآباء ونسلها كطريقة بديلة لانحدار الآباء – النسل لحساب معامل التوريث. فعندما يتم أخذ القياسات على الآباء في موسم والقياسات على النسل في موسم آخر فان الاختلافات الموسمية يمكن ان تؤدي الى مظاهر عديدة بين الآباء وقد تكون أكثر وأقل من تلك الملاحظة في النسل. نتيجة لذلك فان نسب معاملات التوريث بطريقة انحدار الآباء – النسل تصل الى قيم قصوى أكثر من ١٠٠٪. لازالة مثل هذا التاثير البيئي اقترح استعمال الوحدة القياسية لمعامل التوريث التي نحصل عليها من حساب انحدار الأب – النسل من بيانات مقاسة بوحدات الانحراف القياسي. تعود هذه الطريقة الى نتائج مكافئة للتي تحصل عليها من الارتباط البسيط بين الآباء والنسل.

٤. الطرق غير المباشرة لتقدير التباين البيئي :

افترضت طريقة لحساب معامل التوريث بالمعنى الواسع من قبل Mahmud و Kramer (1951) على اساس النبات المفرد. تشمل الطريقة على قياس الصفة على نباتات F_2 لمجتمع الهجين المفرد وعلى الآباء الأصيلة التي استعملت لتكوين المجتمع. المعادلة المستعملة هي :

$$h^2 = \frac{\sigma^2_{F_2} - \sqrt{(\sigma^2_{p1})(\sigma^2_{p2})}}{\sigma^2_{F_2}} \quad \dots (32)$$

حيث : h^2 = معامل التوريث.

$\sigma^2_{F_2}$ = التباين المظهري لنباتات الجيل الثاني.

$\sigma^2_{p_1}$, $\sigma^2_{p_2}$ = التباينات المظهرية بين نباتات الأبوين لمجتمع الهجين المفرد.

يحتوي تباين الجيل الثاني $\sigma^2_{F_2}$ على التباين التجميعي والسيادى والتفوقي والتباين الوراثي x البيئة وتباين بيئي (الخطأ التجريبي). يقدر التباين البيئي من التغايرات بين نباتات الآباء النقية والتي تعد متجانسة وراثيا. ان الفرق للتباين بين نباتات الجيل الثاني والمتوسط الهندسي لتباين الآباء يعطي تقديراً للتباين الوراثي (σ^2_g)

يمكن أن يوفر التغاير بين نباتات الجيل الاول (F_1) والمتجانسة وراثيا والتي حصلنا عليها من التهجين بين آباء أصيلة تقديراً للتباين البيئي فضلا عما نحصل عليه من الآباء يصبح ألبسط من المعادلة بالشكل الآتي :

$$\sigma^2_{F_2} - \sqrt[3]{(\sigma^2_{p_1})(\sigma^2_{p_2})(\sigma^2_{F_1})} \quad \ldots (33)$$

أحد نقاط الضعف في هذه الطريقة تكمن في كون التغاير البيئي لنباتات الجيل الثاني (F_2) لاتكافيء ذلك الموجود بين نباتات الآباء والجيل الاول . وفي الأنواع التي تتعرض الى انخفاض شديد في انتاجيتها عند التربية الداخلية فان النباتات الاصيلة الضعيفة يمكن أن تتعرض الى تغاير بيئي أكبر مقارنة بنباتات الجيل الثاني القوية . وعندما تكون قوة الهجين Heterosis كبيرة فان نباتات الجيل الأول القوية أقل حساسية للتذبذب البيئي مقارنة بنباتات الجيل الثاني . (Warner, 1952) .

٥ . طريقة التهجين الرجعي : **Backcross method**

وهي طريقة لتقدير معامل التوريث بالمعنى الضيق على أساس النبات المفرد واستنبطت من قبل Warner ,(1952) . تشمل على اجراء قياسات على نباتات الجيل الثاني من التهجين بين آباء أصيلة ونباتات F_2 من مجتمعات استنبطت بالتهجين الرجعي للتهجن المفردة الى كل من الأبوين الأصيلين. المعادلة المستعملة لحساب قوة التوريث هي :

$$h^2 = [\, 2\,(\sigma^2_{F_2} - (\sigma^2_{B_1} + \sigma^2_{B_2})\,]\,/\,\sigma^2_{F_2} \quad \ldots (34)$$

حيث : $\sigma_{F_2}^2$ = التباين بين نباتات الجيل الثاني للهجين المفرد.
$\sigma_{B_1}^2 , \sigma_{B_1}^2$ = التباينات بين نباتات F_2 من التهجين الرجعي لنباتات الجيل الأول الى الأب الأول والأب الثاني.

يمثل البسط من المعادلة التباين الوراثي التجميعي و $\sigma_{F_2}^2$ في المقام التباين المظهري بين النباتات.

٦. معامل التوريث المتحقق : Realized Heritability

يمكن تقدير معامل التوريث للصفة عن طريق كمية التحسين الوراثي المتحقق عن طريق الانتخاب ضمن المجتمع (Falconer, 1981). المعادلة العامة كالآتي :

$$h^2 = R / S \qquad ... (35)$$

حيث : R = الاستجابة المتحققة عن طريق الانتخاب.
S = الفارق الانتخابي Selection differential

يمثل الفارق الانتخابي «الفرق بين معدل الأفراد المنتخبة من المجتمع والمعدل العام للمجتمع الذي انتخبت منه.

يمكن توضيح الطريقة عند الاخذ بنظر الاعتبار أداء نباتات الجيل الثاني (F_2) ونسلها في الجيل الثالث (F_3). ان معدل آداء جميع نباتات الجيل الثاني يرمز له $\bar{X}_{F_2}$ وان معدل نباتات الجيل الثاني المنتخبة يرمز لها $\bar{X}_{S.F_2}$.الفارق الانتخابي (S) في الجيل الثاني هو:

$$S = \bar{X}_{S.F_2} . \bar{X}_{F_2} \qquad ... (36)$$

ان معدل آداء جميع نسل F_3 من نباتات F_2 يمثل $\bar{X}_{F_3}$ ، ومعدل نسل F_3 من نباتات الجيل الثاني المنتخبة يمثل $\bar{X}_{S.F_3}$. الاستجابة (R) المتحققة من الانتخاب :

$$R = \bar{X}_{S.F_3} - \bar{X}_{F_3} \qquad ... (37)$$

يمكن تلخيص معامل التوريث المتحقق بالآتي :

$$h^2 = \frac{\bar{X}_{S.F_3} - \bar{X}_{F_3}}{\bar{X}_{S.F_2} . \bar{X}_{F_2}} \qquad ... (38)$$

يمكن حساب معامل التوريث المتحقق على أساس قياس النبات المفرد أو حاصل اللوح أو معدل الصنف. وتعتمد قوة التوريث على الوحدة المستعملة للأنتخاب. في المثال

السابق فان الانتخاب ضمن نباتات الجيل الثاني تعطي تقدير معامل التوريث على اساس النبات المفرد .

هناك طريقة ثانية لحساب معامل التوريث المتحقق ويشمل الانتخاب ضمن المجتمع على أساس الأفراد ذات القيم العالية والواطئة في الصفة المدروسة . يقيم النسل في كل مجموعة على حدة . ويعبر عن معامل التوريث بالفرق بين معدل آداء النسل العالي والواطئ مقسوما على الفرق في معدل الآباء . فاذا تم تقويم الجيل الثاني فانه يمكن التعبير عنها بالمعادلة التالية :

$$h^2 = \frac{\bar{X}_{high.F_3} - \bar{X}_{1OW.F_3}}{\bar{X}_{high.F_2} - \bar{X}_{1OW.F_2}} \quad \dots (39)$$

حيث :

$X_{high\ F_3}$ = معدل آداء نسل F_3 من نباتات الجيل الثاني المنتخبة في المجموعة العالية

$X_{1OW\ F_3}$ = معدل آداء نسل F_3 من نباتات الجيل الثاني المنتخبة في المجموعة الواطئة.

$X_{high\ F_2}$ = معدل آداء نباتات الجيل الثاني في المجموعة العالية

$X_{1OW.F_2}$ = معدل آداء نباتات الجيل الثاني في المجموعة الواطئة

وقد ذكر Falconer (1981) ان معامل التوريث المتحقق قد لاتحقق تقديرا حقيقيا لمعامل التوريث الحقيقي . فالتغيرات التي تحصل للمجتمع والتي ليس لها علاقة بالانتخاب يمكن ان تسبب تحيزا في تقدير معامل التوريث ويمكن ان تشمل تغيرات منتظمة تعود بالأتجاه البيئي أو الانخفاض نتيجة التربية الداخلية أو الاتجاه البيئي او الجنوح الوراثي العشوائي .

تقويم التراكيب الوراثية الموسع :

يمكن ان يستند الانتخاب بين التراكيب الوراثية لأنواع النبات الى أساس آداء النباتات المفردة اومعدل آداء نسل التراكيب الوراثية التي تقيم في مكرر او أكثر أو مواقع أو سنين . ان معامل التوريث ومدى تأثير الانتخاب هو دالة لمدى التوسع ، في تقويم التركيب الوراثي . يمكن ان تكون معامل التوريث للصفة واطئاً نسبياً عندما يتم التقويم على أساس النباتات المفردة ، وتكون عالية نسبياً عندما تنتخب النباتات على أساس معدل نسلها

عندما تختبر في بيئات متعددة. ان أفضل وصف لمعامل توريث الصفة هو الذي يشتمل على معلومات عن مدى التوسع في تقويم التركيب الوراثي.

عادة توصف معامل التوريث على أساس النبات المفرد، اللوح أو معدل المدخلات. يمكن وصف معامل التوريث على أساس النبات المفرد لغرض الانتخاب بين أو ضمن الواح النبات. تختلف درجات التوريث في مداها على عوامل غير التباين الوراثي التجميعي بين التراكيب الوراثية والتي تساهم في التباين المظهري.

تكون معاملات التوريث في أوطأ قيم لها عندما يكون الانتخاب بين النباتات المفردة في المجتمع الذي لم يقسم الى ألواح. وعندما تقارن النباتات المفردة ضمن اللوح فان تباين بين الالواح (σ^2) لايساهم في التباين المظهري. ان التباين المظهري على أساس اللوح يتأثر بعدد النباتات في اللوح ويتم أخذ متوسط القياسات للحصول على قيمة واحدة للصفة. ان أعلى مقدار من التأثير الذي يواجهه المربي على التباين المظهري هو من معامل التوريث على أساس معدل المدخلات entry basis. وهذا يتأثر بعدد النباتات في اللوح عدد المكررات، والمواقع، والسنين التي يتم تقويم التراكيب الوراثية ضمنها.

ان الفشل في تقدير تداخل التراكيب الوراثية × الموقع (σ^2_{ge}) ، التراكيب الوراثية × السنين (σ^2_{gy}) او تداخل التركيب الوراثي × المواقع × السنين (σ^2_{gey}) يمكن ان ينتج عنه المغالاة في تقدير التباين الوراثي ومعامل التوريث للصفة. يمكن فصل التباين الوراثي (σ^2_g) من التداخلات الثلاثة السابقة فقط عندما يتم التقويم في اثنين أو أكثر من المواقع والسنين. فاذا تم تقويم التراكيب الوراثية في موقع واحد وفي سنة واحدة فان التباين الوراثي – (σ^2_g) لايمكن فصله عن التداخلات الثلاثة وان تقدير معاملات التوريث يكون كالآتي :

$$h^2 = \frac{\sigma^2_g + \sigma^2_{ge} + \sigma^2_{gy} + \sigma^2_{gey}}{\sigma^2_p}$$

ان تقدير معامل التوريث على أساس بيانات من موقع واحد وسنتين أو أكثر يكون :

$$h^2 = \frac{\sigma^2_g + \sigma^2_{ge}}{\sigma^2_p}$$

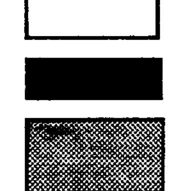
والتقدير على أساس سنة واحدة وموقعين أو أكثر.

$$h^2 = \frac{\sigma_g^2 + \sigma_{gy}^2}{\sigma_p^2}$$

اذا كانت التداخلات ضمن التراكيب الوراثية مهمة فان تقديرات معامل التوريث ستكون مرتفعة عندما تقيم التراكيب الوراثية بأقل من موقعين وسنتين.

Baker, R.J. 1978. Issues in Diallel analysis. Crop Sct. 18:530–533.
Falconer, D.S. 1981. Introduction to Quantitative Genetics. 2nd. ed. Longman, New York.
Fehr, W.R. 1987. Principles of Cultivar development vol. 1. Mac Millan Publishing Co. New York.
Frey, K.J. and T. Horner. 1957. Heritability in standard Units. Agron. J. 49:59–62.
Griffing, B. 1956. Concept of general and specific combining ability in relation to diallel crossing systems. Aust. J. Biol. Sci. 9:464–493.
Hallauer, A.R. and J.B. Miranda. 1981. Quantitative Genetics in Maize Breeding. Iowa State Univ. Press, Ames. Iowa, U.S.A.
Kempthorne, O. 1957. An Introduction to genetics statistics. Wiley, New York. Chpman and Hall, London.
Lush, J.L. 1940. Intra–Sire correlations or regressions of offspring on dam as a method of estimating heritability of characteristics. Proc. Am. Soc. An. Prod. 293–301.
Mahmud, I., and H.H. Kramer. 1951. Segregation for yield, height and maturity following a Soybean Cross. Agron. J. 43:605–609.
Mather, K. and J.L. Jinks. 1977. Introduction to Biometrical Genetics. Chapman and Hall London.
Smith, J.D. and M.L. Kinman. 1965. The Use of parent offspring regression as an estimator of heritability Crop Sci. 5:595–596.
Simmonds, N.W. 1979. Principles of Crop Improvement Longman, London and New York. pp 82–89.
Vogel, K.R., F.A., Haskins and H.D. Gorz. 1980. Parent–Progeny regression in Indian grass : inflation of heritability estimates by environmental Covariances. Crop Sci. 20:580–582.
Welsh, J.R. 1981. Fundamentals of plant Genetics and Breeding. John Wiley, New York. U.S.A.

الفصل السابع
تربية الطفرات الكروموسومية
Chromosome Breeding



الفصل السابع
تربية الطفرات الكروموسومية
Chromosome Breeding

مقدمة :

يمكن ان يؤثر التكوين الكروموسومي لأنواع المحاصيل على طرق التربية التي يمكن أن تستعمل في استنباط الصنف. وتستند مصداقية أنظمة التوريث على عدد واستقرار الكروموسومات. عادة ينظم تضاعف وانقسام وتوزيع الكروموسومات على الخلايا الانقسامين الميتوزي والميوزي. ان عدد الكروموسومات ومنشأها يؤثران في مقدار الانخفاض في قوة النمو نتيجة للتربية الداخلية أو شكل الهجين الذي يعطي أعلى قدر من قوة الهجين وستراتيجية التهجين الرجعي ومدى امكانية الحصول على صفات مفيدة من أنواع اخرى.

وقد أشارت الدراسات السيتولوجية الى معلومات غنية عن الاعداد الكروموسومية وتركيبها في النبات والحيوان. يستعمل الجينوم genome كوحدة أساسية لوصف التكوين الكروموسومي للفرد. يؤمن الانقسامين الميوزي والميتوزي توريث العدد الكروموسومي للجينوم كمجموعة. ويرمز الى الجينومات المختلفة في مجموعة الأنواع القريبة من بعضها البعض بالرموز مثل A و B و C .. الخ وترمز لعدد الكروموسومات في كل جينوم بالرمز (x).

من ناحية العدد الكروموسومي سنناقش مفهومين. الأول حول مفهوم المتضاعفات الحقيقية Euploidy والذي يعني احتواء الكائن على مجاميع كاملة من الكروموسومات التي أطلقنا عليها الجينوم. تضم هذه المجموعة كائنات تضم مجموعة كروموسومية واحدة (x) monoploid أو ثنائية المجموعة الكروموسومية diploid (2x) Polyploid. أما الكائنات التي لها أكثر من مجموعتين فندعوها بالمتضاعفات التي يمكن ان تكون ثلاثية المجموعة

الكروموسومية Triploid (3x) أو رباعية Tetraploid (4x) أو خماسية Pentaploid (5x) أو سداسية Hexaploid (6x) المتضاعفات أو ان تكون ذاتية التضاعف autoploid التي تحتوي على أكثر من مجموعتين من نفس الجينوم. أما المتضاعفات التي تحتوي على اكثر من مجموعتين مختلفتين من الكروموسومات فتدعى بالمتضاعفات الخلطية Alloploid واذا ماأخذنا اثنين من الجينومات (A) و (B) فان المتضاعف الذاتي الرباعي (4x) سيكون اما بتركيب (AA AA) او (BB BB). اما المتضاعف الخلطي الرباعي فستكون له مجموعتان من (A) ومجموعتان من (B) أي تركيبة AA BB.

يرمز لعدد الكروموسومات في الخلية الجسمية Somatic cell بأنها تحتوي على 2n من الكروموسومات. الحرف (n) لايشير الى عدد المجاميع (الجينومات) المختلفة (X) من الكروموسومات، لذلك فمن المفضل استعمال كل من الرموز (X) و (n) عند وصف عدد الكروموسومات في التركيب الوراثي. ففي الخلايا الجسمية للنوع ثنائي المجموعة الكروموسومية diploid يكون 2n = 2x وفي الكاميتات تكون n=x في الأنواع سداسية المجموعة الكروموسومية autohexaploid يكون في الخلايا الجسمية (2n=6x) وفي الكاميتات (n=3x).

الجدول (٧ - ١) يوضح عدد الكروموسومات وحالة التضاعف الكروموسومي في بعض أنواع المحاصيل الحقلية.

آ- المتضاعفات الحقيقية : Euploidy

كما ذكرنا سابقاً تعرف المتضاعفات الحقيقية بتغاير عدد المجاميع الأساسية من الكروموسومات التي أطلقنا عليها الجينوم. تعني المجموعة الأساسية basic set بأنها تحتوي على أقل عدد من الكروموسومات الموجودة اثناء تطور النوع. فعلى سبيل المثال فان أقل عدد من الكروموسومات الموجودة ضمن جينوم القطن هو ١٣. وهناك سبع كروموسومات في كل جينوم للعديد من الأنواع في العائلة النحيلية مثل الحنطة، والشعير والشوفان والشيلم. في الجت يحتوي الجينوم على ثماني كروموسومات (جدول ٧- ١). تقسم المتضاعفات الحقيقية على شكلين رئيسين وهما (آ) المتضاعفات الذاتية autopoly-ploids و ب) المتضاعفات الخليطة Allopoly ploidy. وفيما يلي وصف لكل من هاتين المجموعتين.

جدول ٧- ١ : العدد الكروموسومي ومستوى التضاعف في عدد من المحاصيل الحقلية والبستنية.

اسم المحصول	العدد الكروموسومي في X	2n	التضاعف
حنطة الخبز	7	42	6x
حنطة الدورم (المعكرونة)	7	28	4x
الشعير	7	14	2x
القطن الاسيوي	13	26	2x
قطن الابلاند	13	52	4x
التبغ	12	48	4x
الجت	8	32	4x
الشوفان المزروع	7	42	6x
الباقلاء	6	12	2x
البطاطا	12	48	4x
التفاح	17	34	2x
اللوز	8	16	2x
البرتقال	9	18	2x
الخوخ	8	16	2x
العرموط	17	34	2x
الشليك	7	56	4x
المشمش	8	16	2x

محور عن Welsh, 1981 ص 56.

آ- المتضاعفات الذاتية : (العقيمة)

تحتوي المتضاعفات الذاتية على جينومات متماثلة في تكوينها الكروموسومي. ففي المتضاعف الثلاثي الذاتي autotriploid توجد ثلاثة جينومات (3x) وان جميع الجينومات تحتوي على ذات المجموعة الكروموسومية. يمكن ان توجد المتضاعفات الذاتية بشكل طبيعي وتشمل البطاطا ، والجت ، والقهوة ، وفستق الحقل والموز. وللأنواع الرباعية الذاتية autotetraploid مثل البطاطا الميكانيكية التي تشجع تكوين الوحدات الثنائية المجموعة الكروموسومية bivalent خلال الانقسام الميوزي التي تسمح للنباتات في المحافظة على درجة عالية من الخصوبة (Plaisfed, 1980). يمكن انتاج المتضاعفات الذاتية بطريقتين: الاولى : في الطبيعة ويمكن ان تنتج كاميتات دون المرور باختزال العدد الكروموسومي اثناء الانقسام الميوزي. تدعى هذه بالكاميتات غير المختزلة unreduced gametes. وتنتج هذه الكاميتات عن طريق الشذوذ الميوزي حيث يبدأ الانقسام الاختزالي (الانقسام الميوزي الأول) ولكنه يتوقف في اواخر الدور الانفصالي الأول او في مرحلة قبل تكوين الخليتين الجديدتين: والنتيجة الحصول على كاميت يحتوي على العدد الكامل من أزواج الكروموسومات (2n). واذا مااتحد هذا الكاميت مع أحد الكاميتات المنتجة بالانقسام الميوزي الاعتيادي نحصل على لاقحة تحتوي على ثلاث مجاميع كروموسومية.

$$3n \longleftarrow 1n + 2n$$

كامت غير مختزل   كاميت اعتيادي   ثلاثي المجموعة الكروموسومية

يمكن الحصول على مستويات اعلى من التضاعفات الذاتية باعادة تضاعف العدد الكروموسومي ولكن تنشأ صعوبات في حيوية النبات وقوته عند مجاوزة العدد الكروموسومي حداً معيناً. يتفاوت الحد الحرج باختلاف نوع النبات حيث تقاوم بعض الأنواع التضاعف الذاتي بينما يكون غير مقبول في أنواع اخرى (Welsh, 1981).

الطريقة الثانية لانتاج المتضاعفات الذاتية هي الطريقة الاصطناعية باستعمال بعض المواد الكيمياوية او المعاملة بالحرارة او البرودة. من بين المواد الكيمياوية الشائعة الاستعمال مادة الكولشيسين Colchicine حيث يستخدم بتراكيز واطئة (٠,٠٥٪) على القمة المرستيمية لاعتراض تكوين الألياف المغزلية واكمال الانقسام الخلوي. تحتوي الخلايا الناتجة على ضعف العدد الكروموسومي ، واذا ماتم استخدام المادة الكيمياوية لفترة أطول نحصل على اعادة التضاعف الكروموسومي.

هناك عدد من النقاط الواجب مراعاتها عند التفكير بانتاج المتضاعفات سواء الذاتية أو الخليطة ويمكن تلخيصها بما يلي :

١) مستوى التضاعف الجينومي : Ploidy levels

يحتمل ان يكون للانواع الحالية المستوى الملائم للتضاعف الجينومي وان أي زيادة في مستوى التضاعف قد يكون مؤذيا للنوع أكثر من فائدته . وقد دلت الأبحاث باستخدام مستويات مختلفة من التضاعف الكروموسومي الا ان زيادة عدد الكروموسومات الى مُستوى أعلى من التضاعف السداسي يكون ذا أهمية ضئيلة او لاتوجد فائدة على الاطلاق .

٢) جزء النبات ذي القيمة الاقتصادية :

يمكن ان تسبب المتضاعفات شذوذا في الاقتران الكرموسومي الذي يقود الى انخفاض تكرار الكاميتات الحية وانتاج البذور. ان لانتاج المتضاعفات في الأنواع التي تتكاثر خضريا فرصة أوفر للنجاح وخصوصا عندما تكون للأجزاء الخضرية قيمة اقتصادية . ويأتي بالدرجة الثانية الأنواع التي تقسم بقيمة اقتصادية لاجزائها الخضرية ولكنها تتكاثر بالبذور. ان أكبر صعوبة من استعمال المتضاعفات المنتجة في الأنواع التي تزرع تجاريا من أجل بذورها .

٣) الأهمية الاقتصادية للمحصول :

بالنسبة للمحصول ذي مستوى التضاعف الجديد له نقاط ضعف يجب التغلب عليها قبل ان يصبح مقبولا من الناحية التجارية . فمن الضروري القيام بالتهجين والانتخاب ولعدد من الأجيال حتى يمكن تحديد قيمة التربية . ومن الضروري استثمار المال والوقت الطويل نسبيا قبل ان يكون لمستوى التضاعف الجديد للمحصول متفوقا على النوع المتداول . يمكن بذل مثل هذه الاستثمارات ان كان للمحصول قيمة اقتصادية كامنة كبيرة .

٤) طول الدورة الانتخابية :

كما ذكرنا ان انتاج المتضاعفات يحتاج الى عدد من الأجيال من التهجين والانتخاب . ان طول الوقت الضروري لاكمال الدورة الانتخابية يحدد عدد السنين المستغرقة قبل ان

يكون الصنف جاهزا للاستعمال. لذلك فان انتاج المتضاعفات أكثر جذبا في المحاصيل الحولية ذات دورات الانتخاب القصيرة مقارنة بالأنواع المعمرة التي يجب زراعتها لعدة سنوات قبل ان يمكن تقويمها.

هناك اثنان من التأثيرات الرئيسة للمتضاعفات الذاتية هي: (١) زيادة حجم اجزاء النبات (٢) نقصان في انتاج البذور. ان زيادة حجم اجزاء النبات ناتج عن زيادة حجم الخلايا. أما انخفاض انتاج البذور فيعود الى نقصان في تكرار الكاميتات الفعالة بسبب شذوذ الاقتران الكروموسومي. في الحالة الثنائية يقود الاقتران الكروموسومي Synapsis الى التوزيع المتساوي للكروموسومات على الكاميتات. أما في المتضاعفات الذاتية فتميل الكروموسومات الى الترافق بشكل مجاميع بأكثر من اثنين. فعلى سبيل المثال في المتضاعف الثلاثي الذاتي يمكن ان تقترن الكروموسومات الثلاث بأشكال مختلفة على طولها اثناء الانقسام الميوزي الاول. ورغم أنه ليس أكثر من كروموسومين يقترنان عند كل نقطة، فان الكروموسومات الثلاث ستكون ضمن معقد الاقتران الكلي. وفي بدء تحركها فان توزيع الكروموسومات الى قطبي الخلية سيحصل بشكل عشوائي. ويحصل نتيجة لذلك أن بعض الكاميتات تستلم أحد الكروموسومات والبعض الآخر يستلم كروموسومين، وبصورة شاذة جدا لاتستلم بعض الكاميتات أي من الكروموسومات الثلاث. ويحصل الشيء نفسه وفي آن واحد مع بقية الكروموسومات في الجينوم مما يقود الى انتاج كاميتات غير متوازنة، وعادة لاتعمل هذه الكاميتات بشكل مناسب في عمليتي التلقيح والاخصاب وبذلك تقود الى درجة عالية من العقم.

وراثة المتضاعفات الذاتية:

في المتضاعفات الذاتية نسب انعزال معقدة للأليلات في ذات الموقع الجيني مقارنة بالأفراد الثنائية. عادة يتساوى عدد الأليلات المختلفة التي يمتلكها الفرد للموقع الجيني على الكروموسوم الى مستوى التضاعف في الفرد. في المتضاعف الرباعي الذاتي له اربعة أليلات وفي المتضاعف السداسي الذاتي ستة أليلات. ويؤثر التعدد الأليلي هذا في الاستجابة للتلقيح الذاتي او تزاوج الاشقاء او التهجين الرجعي وغيرها من طرق التربية. ويمكن فهم هذه الاستجابة من حالة انعزال الأليلات في موقع واحد لمتضاعف رباعي ذاتي.

يمكن الحصول على خمسة تراكيب وراثية للمتضاعف الرباعي الذاتي ويمكن تعريف هذه التراكيب الوراثية على أساس عدد الأليلات السائدة (A) أو المتنحية (a) الموجودة في التركيب.

وعندما لايوجد أليل في التركيب الوراثي تدعوه بـ Nulliplex ، يوجد أليل سائد واحد في التركيب Simplex واثنان من الأليلات السائدة في التركيب Duplex وثلاثة أليلات سائدة في التركيب Triplex واربعة أليلات سائدة في التركيب Quadriplex وكما يلي :

اسم التركيب	التركيب الوراثي
Nulliplex	aaaa
Simplex	Aaaa
Duplex	AA aa
Triplex	AAAa
Quadriplex	AAAA

وقد ذكر Busbice and Wilsie (1966) طريقة اخرى لتعريف التراكيب الوراثية الخمسة للموقع الجيني. يرمز لهذه الأليلات الاربعة بـ a و b و c و d لتجنب الترميز المشترك مع السيادة. وهذه التراكيب كما يلي :

اسم التركيب	وصف التركيب الوراثي	أمثلة
Nulliplex	يوجد أليل واحد فقط	aaaa bbbb
Simplex	يوجد أليل واحد بثلاث نسخ وأليل بنسخة واحدة	aaab abbb
Duplex	أثنان من الأليلات كل منها بنسختين	aabb bbcc
Trigenic	أحد الأليلات بنسختين مع اليلين مختلفين كل منها بنسخة واحدة	aabc bbcd
Tetragenic	أربعة أليلات مختلفة	abcd

نحصل على تداخل بين وضمن الأليلات اذا كان لدينا أربعة أليلات للموقع في المتضاعف الرباعي. يقال للتداخل ضمن الأليلات بين أليلين مختلفين بتداخل الدرجة الاولى، First– order interaction، وبين ثلاثة أليلات بتداخل الدرجة الثانية Second– order interaction وبين الأليلات الأربعة بتداخل الدرجة الثالثة Third– order interaction

الكاميتات التي نحصل عليها من المتضاعفات الرباعية تكون بشكل (2X) dihaploid ويتراوح عدد الكاميتات المختلفة والتي نحصل عليها من التركيب الوراثي للمتضاعف الرباعي من واحد في التركيب nulliplex الى ستة في التركيب tetragenic وكما يلي :

التركيب الوراثي	أشكال الكاميتات
(aaaa) Nulliplex	aa
(aaab) Simplex	ab + aa
(aabb) Duplex	bb + 4ab + aa
(aabc) Trigenic	bc + 2ac + 2ab + aa
(abcd) Tetragenic	cd + bd + bc + ad + ac + ab

ويكون عدد التراكيب الوراثية التي نحصل عليها في جيل التلقيح الذاتي الأول (S_1) الذي نحصل عليه من S_0 مساويا الى مربع الأشكال الكاميتية السابقة وكما يلي :

نبات S_0	التراكيب الوراثية في S_1
aaa	← $(aa)^2$ جميعها من نوع nulliplex
aaab	← $(ab + aa)^2$ nulliplex $\frac{1}{4}$ + Simplex $\frac{1}{2}$ + duplex $\frac{1}{4}$
aabb	← $(aa + 4ab + bb)^2$ nulliplex $\frac{1}{18}$ + Simplex $\frac{4}{9}$ + duplex $\frac{1}{2}$
aabc	← $(aa + 2ab + 2ac + bc)^2$ duplex $\frac{1}{6}$ + trigenic $\frac{2}{9}$ + duplex $\frac{1}{4}$ + trigenic $\frac{1}{2}$
abcd	← $(ab + ac + ad + bc + bd + cd)^2$ duplex $\frac{1}{6}$ + trigenic $\frac{2}{3}$ + tetragenic $\frac{1}{6}$

Fehr (1987)

ان التعبير عن مستوى قوة الهجين heterosis والانخفاض نتجية التربية الداخلية في المتضاعف الرباعي الخلطي يعود الى التداخل ضمن الأليلات والذي يمكن حصوله .

استعمالات المتضاعفات الذاتية :

ان استعمالات المتضاعفات الذاتية في انتاج المحاصيل محدودة رغم الحقيقة في كونها درست في كل محصول رئيس وأغلب المحاصيل الثانوية . السبب الرئيس للفشل هو انخفاض انتاج البذور. ان أغلب الأنواع التي يمكن ان تستفيد من الزيادة في حجم النبات هي تلك التي تزرع من أجل اجزاءها الخضرية مثل جذور البنجر السكري اوالعلف من البرسيم الأحمر red clover . وحتى في هذه الأنواع فان الفشل في الحصول على كمية مناسبة من البذور وبأسعار معقولة للزراعة التجارية يعد من العقبات الرئيسة . فعلى سبيل المثال في البرسيم الأحمر يكون المتضاعف الرباعي الذاتي متفوقا في حاصل العلف مقارنة بالانواع الثنائية في بعض الاقطار ولكنه يستعمل على نطاق محدود وذلك

لارتفاع اسعار بذور الأنواع الرباعية. وفي العنب للأنواع الرباعية حجم أكبر للثمار مقارنة بالثنائيات ولكنها لاتزرع بسبب الشذوذ في عقد الثمار. استعملت المتضاعفات الذاتية الثلاثية autotriploidy في بعض الأنواع مثل الرقي عديم البذور على العموم فان انتاج الرقي الثلاثي التضاعف مكلف ومبرر فقط في المحاصيل التي يكون للثمار المفردة قيمة اقتصادية عالية.

* في الشيلم تم انتاج الصنف الرباعي الذاتي Tetrapetkus في أوربا وزرع في مساحات لابأس بها في الولايات المتحددة وكندا. وبالنسبة للرقي عديم البذور فانه ينتج بالطريقة التالية:

١) الرقي الثنائي diploid —المعاملة بالكولشيسين→ الرقي الرباعي الذاتي autotetraploid

٢) (الرقي الرباعي الذاتي) × (الرقي الثنائي) ←—— الرقي الثلاثي الذاتي

ينتج الرقي الثلاثي الذاتي كاميتات شاذة وعادة نحصل على ثمار عديمة البذور عندما تلقح النباتات الثلاثية بالنوع الثنائي. وتم تسويق الرقي عديم البذور تجارياً في اليابان. كذلك تم استخدام الرباعيات الذاتية لانتاج الثمار الكبيرة في نباتات الفاكهة والزينة وكما اوردنا سابقاً فإن هذا مفيد خصوصاً في النباتات التي يمكن اكثارها خضرياً بحيث لاتوجد ضرورة لتوريث الشذوذ الكروموسومي من خلال الكاميتات لغرض الانتاج التجاري

ب- المتضاعفات الخلطية: Allopolyploidy

تحتوي المتضاعفات الخلطية على جينومات من أجناس او أنواع ثانوية مختلفة. ونحصل على هذه الاشكال من المتضاعفات من التزاوج بين النوعين اللذين لهما جينومات مختلفة ويعقب ذلك مضاعفة العدد الكروموسومي للهجين. يقال للمتضاعف الذي يحتوي على كامل المجموعة الكروموسومية لنوعين بـ amphidiploid. ان لهذا النوع من المتضاعفات امكانية كامنة كمصدر لانواع جديدة من المحاصيل. وعلى الرغم من ذلك فان النجاح الوحيد لمتضاعف من هذا النوع والذي يزرع تجاريا هو القمح الشيلي *(X. triticosecale)* Triticali الذي جاء من التهجين بين الحنطة *Triticum* والشيلم secale. وقد ذكر Dewey (1980) أربعة أسباب لقلة النجاح في استنباط أنواع جديدة.

١- اختيار غير مناسب للأنواع الأبوية

٢ . تباين وراثي غير كاف في المجتمع الأولي للتربية
٣ . عدد غير كاف من الدورات الانتخابية قبل استبعاد البرنامج
٤ . الفشل في العمل مع مستويات منخفضة من التضاعف

ان اهمية اختيار الأنواع الأبوية الملائمة تكمن في مشكلة عدم اكتمال عقد البذور في المتضاعفات الخلطية ، ومرارا ماتظهر الكروموسومات من أنواع مختلفة بعضا من درجات الاقتران كمتضاعف خلطي من نوع amphidiploid ، وانتاج كاميتات غير فعالة تحتوي على عدد كروموسومي أكثر أو أقل من الحالة الاحادية . ان مشكلة انخفاض عقد البذور ذات أهمية أقل في المحاصيل التي تنتج من أجل اجزائها الخضرية .

ويتحدد التباين الوراثي في مجتمعات التربية الاولية بعدد التراكيب الوراثية المستعملة من النوعين المتزاوجين. فمن الصعوبة الحصول على بذور الجيل الاول (F_1) من التهجين بين النوعين لانتاج المتضاعف الخلطي وعندما يستخدم عدد قليل من التراكيب الوراثية من النوعين فسيكون التباين الوراثي للمجتمعات الأولية محدودا. ان قلة التباين الوراثي سيحدد من نجاح المتوقع من الانتخاب للصفات المهمة .

يحتاج استنباط الأنواع الجديدة والمقبولة تجاريا الى برامج تربية طويلة الأمد. وعند استنباط القمح الشيلي كان النسل الأولي الناتج من تهجين الحنطة × الشيلم غير مرغوب فيه بسبب قلة الخصوبة وضمور البذور وساق ضعيف. وكان من الضروري اللجوء الى عدد من دورات التهجين والانتخاب لاستنباط الأصناف الحالية . وهناك احتمال ضعيف للنجاح في تربية المتضاعفات الخليطة اذا ما توقف البرنامج عندما يكون النجاح متوسطا .

ان تهجين الأنواع ذات المستويات المنخفضة للتضاعف يعد العامل الرئيس في النجاح لانتاج المتضاعف الخلطية . ان استعادة درجة ملائمة من الخصوبة يكون أفضل في المتضاعفات الخلطية الرباعية والسداسية مقارنة بالثمانية او المستويات الأعلى.

التميز الجينومي للأنواع في المتضاعف الخلطي يعتمد على استخدام الحروف الانكليزية الكبيرة. فعلى سبيل المثال في حنطة الخبز ثلاثة جينومات يرمز لهاA وB و D . كل جينوم يحتوي على سبعة كروموسومات ، ولكن السبعة كروموسومات في جينوم (A) لاتشبه تلك التي في جينوم (B) أو (D). وتمثل الحنطة مثالاً تقليديا لتطور سلسلة المتضاعفات الخلطية وقد لخصها Sears (1974). فالحنطة المستعملة اليوم في صناعة

الخبز ذات تضاعف سداسي خلطي (6X) Allohexaploid والصيغة الجينومية لها AA BB DD . العدد الكروموسومي يكون 2n = 42 والكاميتي n = 21 . وقد تطور النوع نتيجة التهجين بين الاب الرباعي الخلطي AA BB(4X) مع نجيل ثنائي بري يحمل الجينوم DD . وقد نتج الأب الرباعي الخلطي عن التهجين بين اثنين من الأنواع الثنائية (2X) ذات التكوين الجينومي AA و BB . تشمل مجموعة الرباعيات الخلطية على حنطة المعكرونة ذات الاهمية الكبيرة في صناعة البرغل والمعكرونة والشعرية . وقد حددت الأجداد التي أعطت الجينومات (A) و (D) سايتولوجيا بأنها الحنطة البدائية *Triticum monococcum* والنجيل البري *Triticum tauschii* (كان يعرف سابقا *Aegilops squarrosa*) . ولايزال مصدر جينوم (B) لم يحدد بعد (Welsh, 1981) الشكل ٧- ١ يوضح اجداد حنطة الخبز.



شكل ٧- ١ حنطة الخبز سداسية التضاعف *AABBDD* (سنبلة واحدة الى اليمين) واثنين من سنابل الاب الثنائي المجموعة ـ الكروموسومية – الى اليسار *Triticum monococcum (AA)* ، في الوسط *T. speltoides* (يمكن ان تكون مصدر جينوم BB والى اليمين (DD) *Triticum tauschii*. محور عن Welsh, 1981 ص 60.

تنشأ مشكلة سايتولوجية مهمة في التهجينات بين الأنواع . فاذا كانت كروموسومات الجينوم (A) لاتشابه كروموسومات الجينوم (B) فان الجيل الاول F_1 للهجين AA X BB سيحتوي على سبعة كروموسومات من (A) وسبعة كروموسومات من (B) ولن يحصل اقتران خلال الانقسام الميوزي . يطلق على الكروموسومات غير المقترنة خلال الانقسام الميوزي مصطلحات وحدة أحادية الكروموسوم univalent ، أزواج من وحدات ثنائية الكروموسوم bivalent أو ترافق ثلاثة كروموسومات بشكل trivalent وهكذا . وحيث ان تكوين الوحدات الثنائية الكروموسوم هو أساس التوزيع الكروموسومي المتساوي على انتاج الكاميتات الفعالة ، فمن الضروري مضاعفة العدد الكروموسومي للجيل الاول (AB) . ربما حصل هذا من خلال الكاميتات غير المختزلة الذي نتج عنه المتضاعف الخلطي الرباعي AA BB . وفي هذه الحالة تسير عملية الانقسام الميوزي بشكل اعتيادي لاقتران الـ ١٤ زوجا من الكروموسومات . واتبع ذات النهج العام في تهجين الأنواع AABB X DD . سيحتوي الهجين الأول على ٢١ وحدة احادية الكروموسوم Univalent . وان مضاعفة العدد الكروموسومي للجيل الاول او انتاج كاميتات غير مختزلة سينتج ٢١ وحدة ثنائية الكروموسوم bivalent الذي يعطي انقساماً ميوزيا اعتياديا . الشكل ٧– ٢ يوضح تكوين نظام التضاعف على أساس التضاعف الكروموسومي للجيل الأول .

ان دمج أثنين من الأنواع يمثل ابتعادا واسعا عن الحالة الوراثية الاعتيادية ويصحبها شذوذ خلال الانقسام الميوزي حتى بعد التضاعف الكروموسومي . وقد استغرقت فترة تطورية طويلة لانتاج درجة عالية من الخصوبة والاستقرارية في الحنطة الرباعية والسداسية الحديثة ، وفي الحقيقة اذا لم نعرف التطور السايتولوجي للنوع فانه لاتوجد طريقة لفصل الجينومات وتظهر هذه النباتات بشكل ثنائي مصنوع من جينومات مختلفة وتعمل بشكل ثنائي المجموعة الكروموسومية diploi في اقتران الكروموسومات وحركتها .

ان تحديد آباء المتضاعف الحالي يتطلب عدداً من التقويمات والدراسات التي تشمل التماثل المورفولوجي . ويأتي أغلب البيانات المقنعة عادة من الهجن المنتجة اصطناعيا بين المتضاعف والأنواع الأبوية المقترحة . فاذا حصل الاقتران في الجيل الاول بين بعض كروموسومات المتضاعف والواهب المفترض فمن المحتمل أن يكون الأب الواهب موضوع الدراسة مصدر للجينوم اثناء تطور المتضاعف . واذا لم يحصل اقتران فمن المحتمل ان لايكون الواهب لاالمقترح كأب سلفي لذلك المتضاعف . وحتى قياسات الاقتران تترك مجالاً

AA X BB

(7 bivalents) (7 bivalents)

ثنائي

↓

ادفرال F1 AB

أماحيو (14 univalents)

↓

تضاعف

↓

ثنائي AABB X DD

(14 bivalents) (7 bivalents)

↓

F1 ABD

21 univalents

رباعي

↓

تضاعف

↓

AABBDD

سداسي (bivalents)

42

شكل ٧-٢. تكوين الجينوم وتطور الحنطة على أساس التضاعف الكروموسومي لهجين الجيل الأول F_1.

لصعوبة تفسيرها خصوصا اذا كانت فترة التطور الكروموسومي طويلة وحصل تغيير شكلي منذ بداية تشكيل المتضاعف.

وهناك صعوبة اضافية من حيث ان الاقتران الكروموسومي بحد ذاته تحت السيطرة الوراثية. في حالة الحنطة هناك جين على الكروموسوم الخامس في الجينوم (B) هو الجين 5B ينظم عملية الاقتران الكروموسومي بحيث تقترن الكروموسومات المتشابهة homologous chromomes فقط. وان ازالة الجين (5B) يؤدي الى حصول بعض الاقتران بين الكروموسومات غير المتشابهة nonhomologous chromosome ، ان السيطرة الوراثية على الاقتران تعقد ابحاث التطور من جهة ولكنها من ناحية التربية مفيدة جدا من خلال التربية الكروموسومية.

تحتوي العديد من المتضاعفات جينومات تحتوي على بعض الكروموسومات التي تماثل كروموسومات في جينومات اخرى. تدعى مثل هذه الحالات بالمتضاعفات الخلطية الحلقية Segmental allopolyploidy ، وهي معقدة جدا في تفسيرها بالنسبة الى الأصل الكروموسومي بسبب وجود بعض الاقتران بين الجينومات. ويحصل الاقتران بين الجينومات نتيجة لوجود كروموسومات تحتوي على حلقات متماثلة. تدعى الكروموسومات ذات التشابه الجزئي بمصطلح homoelogous. للمزيد من المعلومات والمصطلحات راجع Stebbins (1949).

الاستفادة من التضاعفات الخلطية :

يهتم مربو النبات في امكانية جمع التباينات الوراثية من أنواع مختلفة واستخدام التضاعف الخلطي كطريقة للتربية. المثل التقليدي في المحاصيل الحبوبية هو محصول القمح الشيلمي triticale المنتج من التهجين بين الحنطة Triticum والشيلم Secale (Tsen, 1974) هناك شكلان من القمح الشيلمي. الاول ثماني التضاعف octaploid ويحتوي على ستة جينومات من الحنطة واثنين من الشيلم ونحصل عليه من التهجين بين حنطة الخبز ($2n = 6X = 42$) مع الشيلم الثنائي ($2n = 2X = 14$). الجيل الاول من هذا الهجين له ثلاثة جينومات من الحنطة وجينوم من الشيلم ولايوجد اقتران كروموسومي بين ال ٢٨ كروموسوم يعامل الجيل الاول بعقار الكولشيسين ليحصل لدينا التضاعف الكروموسومي ولنحصل على نباتات ثمانية التضاعف ($2n = 8X = 56$) الشكل الثاني من القمح الشيلمي والأكثر شيوعا هو القمح الشيلمي السداسي ونحصل عليه من

تهجين حنطة المعكرونة (2n = 4X = 28) مع الشيلم الثنائي. وبعد مضاعفة العدد الكروموسومي للجيل الاول نحصل على المتضاعف الخلطي السداسي (2n = 6X = 42). وجدت الهجن من كلا النوعين منذ أكثر من ١٠٠ عام. حديثا تم الحصول على أنماط تبدو مبشرة تحت ظروف الشد البيئي مع خواص تغذوية جيدة عند مقارنتها بالآباء.

هذا وقد وجد عدد من الصعوبات عند تطوير القمح الشيلمي فرارا مايحصل شذوذ في العدد الكروموسومي في النسل مما يؤدي الى درجة عالية من العقم. فضلا عن فان حجم البذرة وشكلها يكون رديئا في العديد من النسل. وتم الحصول على تقدم انتخابي جيد للتغلب على مثل هذه الصعوبات. وعلى العموم فان الحصول على أنواع جديدة من خلال التضاعف الخلطي يستغرق وقتا طويلا وصبرا من قبل المربي. ولهذا السبب لم يستعمل على نطاق واسع في أغلب برامج التربية. في العراق تم ادخال العديد من سلالات القمح الشيلمي وتم التوسع في أحد أصنافها ولكن لم يبدأ أي برنامج لانتاج أصناف جديدة منها عن طريق التهجين بين الحنطة العراقية والشيلم.

احادية المجموعة الكروموسومية : Haploidy

تحتوي النباتات الاحادية على مجموعة كروموسومية واحدة (1 n). ويمكن التعرف عليها وتمييزها بتكرار واطئ في أي من أنواع النبات. في البداية عدت الاحاديات كأحد المستجدات الوراثية التي لها استخدام قليل في برامج التربية. ولكن على أية حال هناك زيادة في الاهتمام بها حديثا لاستنباطها واستعمالها لسببين: الأول، أن النباتات الاحادية على كروموسوم واحد من كل من الكروموسومات الموجودة في الثنائي والتي يمكن التعرف عليها مباشرة وتقييم الأليلات المتنحية اما بشكل مباشر او باستحداثها اصطناعيا من دون ان تختفي تحت مظلة الجين السائد على الكروموسوم الشبيه. والأكثر أهمية في التربية ان التضاعف الكروموسومي في الاحاديات يؤدي الى الحصول على ثنائيات أصيلة تماما دون الانتظار لوقت طويل للحصول عليها من طريق التلقيح الذاتي او تزاوج الاشقاء والانتخاب لعدة أجيال.

يمكن انتاج الاحاديات عذريا Parthenogenesis في الاناث حيث يتم تنبيه الكاميت غير المخصب أو أي نسيج انثوي احادي للانقسام مايتوزيا. التقنية الشائعة هي وزراعة المتوك androgenesis حيث يمكن انتاج الافراد من تنبيه المتوك أو حبوب اللقاح على الانبات والتطور الى نباتات كاملة. وللحصول على المعلومات التي تخص تغذية وتحضير الأوساط الغذائية راجع Kasha (1974).

تم الحصول على الأحاديات في عدد من أنواع المحاصيل وتشمل القطن ، والذرة الصفراء ، والطماطة ، والشعير ، والتبغ ، والبطاطا ، والرز ، والحنطة ، والبيتونيا والجيرانيوم والتوت الأوربي . وقد ساعد استعمال عقار الكولشيسين كثيرا في أعمال الاحاديات . وقد قارن Park وجماعته (1976) آداء ٥٢ سلالة مستنبطة من تضاعف الاحاديات في اثنين من تهجينات الشعير مع سلالات مستنبطة عن طريق تربية النسب او الانحدار من بذرة واحدة في الجيل السادس ووجد تماثل في تكوين المجتمع بالنسبة للتغاير في الحاصل وموعد التزهير وارتفاع النبات في جميع الطرق ، مشيرة الى كون طريقة الاحاديات طريقة سريعة جدا لانتاج مجتمع يمكن استعماله في التربية والانتخاب .

يمكن انتاج التباين الوراثي باستعمال المطفرات على النباتات الاحادية بتعريضها الى الطفرات المعروفة مثل الاشعة السينية . فعلى سبيل المثال فان معاملة حبوب اللقاح وزراعتها بعد ذلك يمكن ان يقود الى ظهور طفرات مباشرة ويمكن تقويمها مباشرة على الاحاديات أو بعد مضاعفة العدد الكروموسومي في النسل .

تواجه التربية عن طريق الاحاديات بعض الصعوبات .

(١) الحاجة الى التدريب والمهارة في فهم التقنية واستخدامها في انتاج الآحاديات .
(٢) عدم الاستقرار الكروموسومي خصوصا في المواد المعرضة الى الطفرات يمكن ان يقود الى معدلات منخفضة للنجاح وشذوذ في العدد الكروموسومي aneuploidy.
(٣) قد يكون عند المربي تباين طبيعي كافٍ للانتخاب والتقويم من الطرق التقليدية دون اللجوء الى استعمال التقنية.

في الذرة الصفراء لاتوجد حاجة الى انتاج أصول نقية آنية اذا كانت السلالات الأصيلة متوفرة ولم تختبر بدرجة كافية بعد .

جـ - المتضاعفات الناقصة : Aneuploidy

المتضاعفات الناقصة تمثل تغايرا في العدد الكروموسومي ويشمل فقدان او اكتساب كروموسوم أو عدد قليل من الكروموسومات ولكن ليس جينوما كاملا . ويظهر أن هذه الحالة لم تلعب دورا مهما في تطور النبات كالتي لعبها التضاعف الحقيقي Euploidy ولكن لها استخدامات مهمة لمربي النبات وعالم الوراثة . الجدول ٦ - ٢ يوضح الأنواع المختلفة من المتضاعفات الناقصة .

يمكن توضيح مفهوم المتضاعفات الناقصة بثلاثة كروموسومات من الأنواع الثنائية . ويمكن الرمز لهذه الكروموسومات بـ BB, AA و CC . ويرمز للأذرع الكروموسومية بالأرقام 1 و 2 . فالرمز 1 – A و 2 – A تمثل ذراعي كروموسوم (A) . يرمز لعدد الكروموسومات في A و B و C بالأرقام الرومانية وبالشكل الآتي :

وحدة احادية الكروموسوم	I univalent
وحدة ثنائية الكروموسوم	II bivalent
وحدة ثلاثية الكروموسوم	III trivalent
وحدة رباعية الكروموسوم	IV quadrivalent

فعلى سبيل المثال الرمز II 3 يمثل ثلاثة ازواج من الكروموسومات في نبات اعتيادي ثنائي . واذا رمزنا لتركيب وراثي III +I + II فهذا يعني ان التركيب له زوج واحد من الكروموسومات + كروموسوماً احادياً + وحدة ثلاثية الكروموسوم .

الكروموسوم الموجود بالزوج الاعتيادي يقال disomic أو حالة (2n). الاختلافات عن هذه الحالة هي كما يلي :

١ . اذا فقد أحد الكروموسومات أي (1- 2n) يقال للتركيب الوراثي بأنه احاذي الكروموسوم monosomic أي AA *B* CC, *A* BBCC أو A A B B *C*.

٢ . اذا فقد زوج كروموسومي أي (2 – 2n) فالحالة nullisomic أو 0 + II 2 ولثلاثة كروموسومات تكون AA CC, AA BB أو BB CC .

٣ . اذا فقد كروموسوم من كل من زوجين للكروموسومات أي (1 – 1 – 2n) فالحالة double monosomic .

٤ . عندما يضاف كروموسوم اضافي الى الخلية الجسمية أي 1 + 2n فالحالة ثلاثية الأولي Primary trisomic . وأن عدد ثلاثية الكروموسوم في أي نوع يساوي عدد الكروموسومات المختلفة في الجينوم . ثلاثية الكروموسوم الممكنة لثلاثة كروموسومات III +2II تشمل AA *BBB* CC, *AAA* BB CC ، و AA BB *CCC* .

٥ . ثلاثية الكروموسوم المزدوجة Double trisomic لها كروموسوم زائد لكل من اثنين من الكروموسومات في الجينوم اي (1 + 1 + 2n). يمكن تكوين ثلاثية مزدوجة لكل توافق زوجي للكروموسومات المختلفة في النوع . ولثلاثة كروموسومات ، تشمل الثلاثية المزدوجة (2III + II) على *AAA BB CCC, AAA BBB CC* و AA *BBB CCC*.

٦. رباعية الكروموسوم tetrasomic لها اثنان من الكروموسومات الزائدة لأحد أعضاء الجينوم أي (2 + 2n). لرباعية الكروموسوم المختلفة (2II + IV) لكل كروموسوم في الجينيوم أي AA BB BBBB CC و AA BBBB CC, AAA BB CC.
٧. متعددة الكروموسومات polysomics في الحالة التي يوجد فيها أكثر من كروموسومين زائدين لأحد أعضاء الجينوم مثلا خماسية الكروموسوم (3 + 2n) Pentasomic أو سداسية الكروموسوم 4hexasomic + 2n وهكذا.
٨. ثلاثية الكروموسوم الثانوية Secondary trisomics لها كروموسوم اضافي متساوي الأذرع Isochromosome بالصيغة isochromosome + 2n للكروموسوم من هذا النوع ذراعان متماثلان. ان عدد هذا النوع من المتضاعفات يساوي عدد الأذرع الكروموسومية المختلفة في الجينوم.

الحصول على المتضاعفات الناقصة :

يمكن أن تنشأ المتضاعفات الناقصة ذاتيا كنتيجة لكاميتات استلمت عدداً كروموسومياً أقل من العدد الاعتيادي. يمكن انتاج كاميتات غير مختزلة جزئياً اذا حصل عدم انفصال في واحد او عدد قليل من الأزواج الكروموسومية اثناء دور الانفصال الأول من الانقسام الميوزي. ولايعرف سبب عدم الانفصال هذا، ولكن يمكن حصوله في الطبيعة بتكرار واطئ. يكون للكاميتات الناتجة كرموسوماً زائداً او انها تفقد كروموسوماً. الطريقة الثانية للحصول على المتضاعفات من خلال شذوذ عملية الانقسام الميوزي في النباتات الثلاثية التضاعف حيث يكون الاقتران الكروموسومي وحركته شاذة. كذلك يمكن تلقيح النباتات الأحادية Haploid بحبوب لقاح اعتيادية ويمكن ان تقود الى الحصول على المتضاعفات الناقصة.

الأهمية التطبيقية للمتضاعفات الناقصة :

للمتضاعفات الناقصة أهمية كبيرة جداً في تعيين مواقع الجينات على الكروموسومات وفهم نشاطات الجين. وقد جرت دراسات موسعة في هذا الصدد على أنواع عديدة من نباتات المحاصيل منها الحنطة، والشعير، والرز، والقطن، والتبغ والطماطة.

ولتمييز الكروموسوم الحامل لجين معين نأخذ المثل التالي :

لنفرض أن لدينا مجموعة من النباتات الثنائية الكاملة disomic لها جين سائد اصيل بأليلين (AA). فضلاً عن ذلك تتوفر أصول وراثية لهذا النوع فاقدة لزوج كروموسومي

nullisomic وجميع أزواج الكروموسومات الكائن. وان السلالات الفاقدة للزوج الكروموسومي تكون جميعها متنحية للصفة المدروسة. يجب أن يجري تهجين بين النباتات ذات المظهر السائد مع كل من السلالات الفاقدة لزوج كروموسومي وملاحظة الانعزال في الجيل الثاني (F_2) لتعيين أي من الكروموسومات يحمل الموقع الجيني "A" الشكل ٧ – ٣ يوضح مخططاً لهذا التهجين. ولنفرض ان لجميع الكاميتات الذكرية الفعالة من الجيل الاول (F_1) الأحادي الكروموسوم monosomic العدد الكروموسومي الكامل. ستنعزل جميع المجتمعات بالنسبة المظهرية الاعتيادية ٣ : ١ ماعدا احد عوائل الجيل الثاني التي يتسم أفرادها بالمظهر السائد. في هذه العائلة يكون الكروموسوم الذي يحمل الجين تحت الدراسة قد جاء من الأب الثنائي الكامل فقط، حيث ان الأب الفاقد لكروموسوم nullisomic يفقد للكروموسومين مما يؤدي الى فقدان الانعزال للصفة في هذا المجتمع. وفي هذه الحالة تم التعرف على الكروموسوم الذي يحمل موقع A. ويمكن اضافة الى استعمال nullisomic استعمال أنواع المتضاعفات الاخرى مثل monosomic ، trisomic وغيرها والتي لها قيمة في التحليلات الكروموسومية وذلك باستعمال قاعدة الانعزال الشاذة. وعلى العموم تحتاج التقنية درجة عالية من التدريب على التقنيات المجهرية التي تهتم بتحليل الأعداد الكروموسومية والتحليل المورفولوجي لها. كذلك توفر جهود لتربية واستنباط مختلف أصول المتضاعفات الناقصة بحيث يمكن تفسير البيانات التي نحصل عليها بشكل مناسب. وتم اجراء الكثير من الابحاث المعقدة في النباتات التي تناولت تحليلات المتضاعفات الناقصة.

Nullisomic × Disomic
(ناقص كروموسوم II) (جميع الكروموسومات موجودة)

F_1

F_2

تنعزل جميع الكروموسومات اعتيادياً ماعدا الرقم II. لا ينعزل الموقع A موضحاً ان الكروموسوم رقم II يحمل الموقع A.

شكل ٧ – ٣. إستعمال سلالات ناقصة لزوج كروموسومي nullisomic للتعرف على كروموسوم يحتوي على موقع معين. وعلى إفتراض أن النقص لايورث من خلال الذكر.

Busbice,. T.H. and C.P Wilsie. 1966. Inbreeding depression and heterosis in autotetraploids with applications to *Medicaga sativa* L. Euphytica 15:52–67.

Dewey, D.R. 1980. Some applications and misapplication of induced polyploidy to plant breeding. pp 445–470. In W.H. Lewis ed. Polyploidy. Plenum Press. New York.

Fehr, W.R. 1987. Principles of Cultivar Development vol.I. Mcmillan Publishg Co. New York.

Kasha, K.J. 1974. Haploids in higher plants, advances and potentials. Univ. of Guelph, Ontario, Canada.

Park, S.J., E.J. Walsh, E. Reinbergs, L.S.P. Song, and K.J. Kasha. 1976. Field Performance of doubled haploid barley lines in comparison with lines developed by The pedigree and Single seed descent methods. Can. Jour. Plant. Sci. 56:467–474.

Plaisted, R.L. 1980. Potato. In W.R. Fehr and H.H. Haldley (eds.) Hybridization of crop plant. American Society of Agronomy, Madison, Wis. pp 483–494.

Sears, E.R. 1974. The wheat and their relatives. pp 59–91 in R.C. King (ed.) Handbook of Genetics. vol. 2. Plenum Press. New York. U.S.A.

Stebbins, G.L. 1949. Types of polyploids, their classitication and Significance. Adv. in Gen. 1:403–409.

Tsen, C.C. 1974. Triticale : First man– made-cereal Am. Assoc. Cereal Chem. St. Paul. Minn.

Welsh, J.R. 1981. Fundamentals of Plant Genetics and Breeding. John Wiley and Sons. New York, U.S.A. pp 55–67.

الفصل الثامن
تربية الطفرات الجينية
Gene Mutation Breeding

الفصل الثامن

تربية الطفرات الجينية

Gene Mutation Breeding



مقدمة :

تعد الطفرات المصدر الوحيد للأختلافات الأليلية في المجتمع حيث أنها المادة الخام للتراكيب الوراثية البديلة . ان وجود هذه التغايرات ضروري جداً لتحسين المحصول في أية صفة من الصفات . والطفرات يمكن ان تنشأ ذاتياً أو يمكن احداثها صناعياً وتعد من المصادر المفيدة للتغايرات الوراثية التي يحتاجها مربي النبات . الطفرات النقطية Point mutation عبارة عن تغيرات في توالي النيوكليوتيدات للمادة الوراثية DNA الكروموسومي التي تقود الى تغيرات في تكوين البروتينات الأنزيمية . ان أغلب التغيرات الشائعة هو تعويض عن أحد النيوكليوتايد محل أخر خلال عملية التكرار.

وقد استعملت تربية الطفرات لاستنباط الأصناف المحسنة للعديد من المحاصيل ، التي شملت حنطة الخبز، وحنطة المعكرونة ، والشعير، والرز، وفول الصويا ، والشوفان ، والبرسيم ، والفاصوليا بأنواعها ، والبزاليا ، والخس ، والطماطة ، والبطاطا ، والسبيناغ ، والسلجم ، والتبغ ، والخروع ، والقطن ، وفستق الحقل وأشجار الفاكهة مثل الخوخ ، والمشمش ، والبرتقال ، والتفاح ونباتات للزينة مثل القرنفل ، والداليا والداؤدي ، والجوري وغيرها . هذا قد شملت الصفات التي تم تحسينها الحاصل ، الاضطجاع ، والمقاومة للأمراض ، والنضج ، وقوة الساق ، ونوعية الغذاء ، والمحتوى البروتيني ، واشكال النبات ، وسهولة الحصاد ، ولون الحبة ، ووزن الحبة ، والمقاومة للجفاف ، ومحتوى اللايسين والأقلمة . وقد بلغ عدد الأصناف المنتجة عن طريق المطفرات حتى عام ١٩٧٣ حوالي (٩٨) صنفاً من المحاصيل و٤٧ من نباتات الزينة . ومن بين أصناف المحاصيل بلغ

عدد الأصناف المنتخبة مباشرة ٨٥ صنفاً و١٣ صنفاً استنبط من خلال برامج التهجين. وتلاقي برامج المطفرات اهتماماً متزايداً من قبل مربي النبات ويمكنها ان تلعب دوراً مهماً في انتاج التباين الوراثي المرغوب فيه(Sigurbijornsson and Micke, 1974) وقد أشار Fehr ، (1987) الى ان التربية فيه بطريق الطفرات مناسب أكثر اذا كانت الصفة المطلوبة غير متوفرة في الأصول الوراثية الموجودة والتي يمكن استعمالها في التهجين والانتخاب. ان تكرار الصفات او التغير الوراثي المطلوب من التطفير الاصطناعي واطىء بشكل عام ، وان احتمال النجاح يكون أوفر عندما يمكن غربلة أعداد كبيرة من الأفراد ولصفة معينة. وحديثاً أشار ابراهيم وجماعته (١٩٩٠) ان الجهود في مجال الطفرات قد أثمرت بتعميم زراعة أكثر من ١٣٠٠ صنف زراعي وتعود الى أنواع نباتية كثيرة مسجلة لدى الوكالة الدولية للطاقة الذرية ومنظمة الغذاء والزراعة الدولية.

مصادر الطفرات :

آ. المصادر الطبيعية :

يمكن ان تحصل الطفرات بتكرار واطىء وبصورة طبيعية. فعبر الزمن تقوم الطبيعة بتقويم هذه الطفرات من خلال الاختبار وانتخاب التوافقات الوراثية المرغوب فيها. ان العديد من الطفرات الطبيعية متنحية عند مقارنتها بالأنماط الشائعة (البرية) في المجتمع للطفرات السائدة ملائمة أقل في المجتمع وذلك لامكانية ازالتها من المجتمع مباشرة وبمجرد ظهورها كمظهر خارجي متميز. أما الأليلات المتنحية فان هناك امكانية لحملها من قبل المجتمع حيث مختفية تحت مظلة الأليل السائد وتختبر في توافقات مع اشكال عدة أليلية ولمواقع مختلفة قبل اهمالها (Welsh, 1981).

ب- الطفرات الاصطناعية : Induced Mutation

بعد اعادة اكتشاف قوانين مندل ازداد الاهتمام بزيادة التباين الوراثي والقدرة على تغييره. وفي اوائل عام ١٩٠٠ أورد Gustafsson (1969) بحثا عن إحداث الطفرة. وفي ابحاث اخرى في الدروسوفيلا حددت الطبيعة العلمية للطفرة وأوضحت امكانية زيادة معدل الطفرات بالمعاملة الاصطناعية. فمن المعروف أن معدل الطفرات الذاتية يبلغ حوالي (10^{-6}) للجين الواحد Fehr, (1987) ونعرف اليوم ان من السهولة احداث الطفرات

مختبريا . وقد قادت هذه المعلومات الى التفكير بانتاج الطفرات لاغراض التربية (الوكالة الدولية للطاقة الذرية ، (1977, 1976, 1972) .

يمكن احداث الطفرات باستخدام العوامل المطفرة التي تشمل على معاملتين رئيستين الأولى الاشعاع Radiation بأنواعه والثانية المعاملة بالمواد الكيمياوية Chemical mutagens . ويعتمد اختيار العامل المطفر على توفره ومنوال فعله ودرجة تأثيره لاحداث التغير المطلوب . وفيما يلي وصف لأهم العوامل المطفرة .

الاشعاع : Radiation

هناك عدة أشكال من الأشعاع الذي يمكن أن يستعمل لاحداث الطفرات والجدول ٧- ١ يوضح أهم هذه الأنواع ومواصفاتها الطبيعية .

١ . الأشعة السينية : X– Rays

وهذه من الأشعة التي تستعمل بشكل شائع لاحداث الطفرات . ويمكن استخدام مكائن الاشعة التي باستطاعتها انتاج أشعة بالطول الموجي المطلوب ، عادة للأشعة السينية ذات الطول الموجي القصير (hard X – rays) قدرة أكبر على الاختراق ولكن فعاليتها على احداث تغيرات جزيئية أقل من الأشعة السينية الأطوال موجة .

الاشعة السينية أشعة كهرومغناطيسية نحصل عليها من تعجيل الالكترونات كهربائيا في جو مفرغ ومن ثم تقليل سرعتها يجعلها تصطدم بهدف من المولیدنیوم او التنجستن tungsten . ان التوقف المفاجئ للاكترونات يسبب انبعاث أشعة بشكل فوتونات photons ان هذه الفوتونات تجهز الطاقة الضرورية لاحداث تغيرات جزيئية في الخلية .

٢ . أشعة كاما : Gamma Raya

وهي أشعة كهرومغناطيسية نحصل عليها من النظائر المشعة radioisotopes ومن المفاعلات النووية . يمكن اعطاء المعاملات بجرعات مفردة او تعريض النباتات بشكل مستمر لأشعة كاما لفترة زمنية معينة .

المصدران الرئيسان لاشعة كاما هما كوبلت ٦٠ ^{60}Co وسيزيوم ١٣٧ ، $^{137}C_s$ وبسبب خطورة النظائر المشعة وقدرتها العالية على الاختراق فأنها تخزن في قناني من الرصاص ويتم تحريكها عن بعد لتشعيع المواد النباتية .

٣. النيوترونات : Neutrons

النيوترونات المستعملة في احداث الطفرات تنتج من الانشطار النووي لليورانيوم ٢٣٥ في المفاعل النووي وخلال العملية تنتج النيوترونات ذات الطاقة العالية تتفاعل النيوترونات بذرات اخرى من اليورانيوم لاستمرار الانشطار وبعضها يمتص ضمن المفاعل وبعضها يخرج من المفاعل من المخرجات وهذه يمكن استعمالها كمطفرات. النيوترونات السريعة Fast neutrons هي النيوترونات ذات المستوى العالي من الطاقة عند انبعاثها من المفاعل. النيوترونات الحرارية thermal neutrons ذات مستويات أقل من الطاقة وتنتج من تخفيض طاقة النيوترونات السريعة.

٤. أشعة بيتا : B– Radiation.

الكترونات بيتا جسيمات ذات شحنة سالبة تنبعث من النظائر المشعة مثل الفوسفور ٣٢ والكاربون ١٤. يمكن تعريض المواد النباتية الى النظائر المشعة بصورة مباشرة او بمحاليل.

٥. الأشعة فوق البنفسجية : Ultraviolet Radiation

تستعمل الأشعة فوق البنفسجية لمعاملة حبوب اللقاح بسبب قدرتها المنخفضة على الاختراق. ويكون الطول الموجي المؤثر بطول ٢٥٠٠ – ٢٩٠٠ نانومتراً، بسبب أن للاحماض النووية أعلى امتصاص للاشعة عند هذا المدى.

المطفرات الكيمياوية : Chemical Mutagens

هناك مدى واسع من المواد الكيمياوية لها تفاعلات مختلفة الجدول ٧– ٢ يوضح بعض من هذه المواد.

تشمل المجموعة الكيمياوية أشكال عدة من ميثين سلفونيت methane sulfonate أثيلين أمين (EI) ethyleneimine ، أثيل ميثيل سلفونيت (EMS) ethylmethesul-fonate ، داياثيل سلفيت (DES) diethyl sulfate و (ENV) ethylnitroso urethane و (ENH) ethylnitroso urea و (MNH) methyl nitrourea.

أشكال المطفرات :

هناك أربعة أشكال من المطفرات يمكن حصولها وهي : (١) طفرات جينومية (٢) التغييرات التركيبية في الكروموسومات (٣) الطفرات الجينية و (٤) طفرات خارج النواة . تشمل الطفرات الجينومية تغيرات في العدد الكروموسومي يعود الى اضافة او فقدان مجاميع كروموسومية كاملة أو جزء منها . اما التغيرات التركيبية فتشمل تغيرات في الكروموسوم مثل الانتقالات ، والانقلابات ، والتضاعفات والنقص الكروموسومي .

أما التغيرات التي تشمل تغيراً في قاعدة نتروجينية في الجين فيقال لها بالطفرة الجينية Point mutation . حيث يشمل التعبير الجيني ترتيب النيوكليوتيدات الأربعة في DNA وبترتيب معين . يمكن تغيير التعبير عن الجين باحلال قاعدة نتروجينية محل اخرى او باضافة او حذف للقاعدة النتروجينية . عادة يؤدي استعمال المواد الكيمياوية المطفرة مثل Sodium azide الى حصول الطفرات الجينية ولكن يمكن ان يؤدي استعمال الاشعاع الى حصول بعض من الطفرات الجينية . كذلك يمكن ان يقود التغيير الوراثي الى العقم أو تؤدي الى نتيجة مميتة اضافة الى امكانية حصول بعض الطفرات نحو الصفات المرغوب فيها ، وللمزيد من المعلومات راجع العذاري (1987) .

أما الطفرات خارج النواة فتشمل مكونات السايتوبلازم . وكمثال على ذلك العقم الذكري السايتوبلازمي ، وهي طفرة مفيدة في انتاج المحاصيل ، تحتوي العضيات مثل البلاستيدات الخضراء والمايتوكوندريا الموجودة في السايتوبلازم على DNA . عادة تورث التغيرات الوراثية في هذه العضيات من جيل لآخر من خلال خلية البيضة . تستعمل عادة Ethidium bromide لاحداث تغيير سايتوبلازمي في أنواع المحاصيل . هناك مواد اخرى مثل الأكريدين acridines ، الستريتومايسين Streptomycin املاح العناصر الثقلية و EMS ومعاملات الاشعاع Fehr (1987) .

يتناسب معدل الطفرات مع جرعة المطفر المستعمل ، فكلما كانت الجرعة أعلى انتجت معدلات طفور أعلى . عادة المستوى المستعمل من الجرعة هو المستوى الذي يقتل ٥٠٪ من المواد وتدعى LD 50 (أي Lathal dose) او الجرعة التي تؤدي الى قتل ٥٠٪ من النباتات او البذور المعرضة للمادة المطفرة) . عادة يكون استعمال هذه الطاقة والمواد الكيمياوية من التخصصات في العلوم الوراثية التي يتطلب استعمالها مهارة ومعرفة وللمزيد من المعلومات راجع ابراهيم وجماعته (١٩٩٠) .

انتاج الطفرات غير الموجه أو (عشوائيا) يعني أن المعاملات بالمطفرات تغير الأليلات بصورة عشوائية في مجموع التركيب الوراثي وبعض الأليلات يكون معدل الطفور فيها بمعدل أكثر من غيرها. ويعتمد تكرار الطفور في الجين على: (١) جرعة المطفر (٢) نوع النسيج (٣) عمر النسيج (٤) العوامل الطبيعية كالحرارة والرطوبة ودرجة الحموضة.

احيانا يمكن الحصول على التغاير المطلوب بتعريض عدة أجيال لمعاملة النباتات بمعاملة المطفر. على العموم بالنسبة للمربي المبتدئ الاستعانة بالمراكز المتخصصة بالبحوث النووية الموجودة في القطر او خارجه بارسال عينات من بذور المحصول الذي يود احداث الطفرات فيه الى ذلك المركز حيث يتم معاملته بالعوامل المطفرة المطلوبة ثم تعاد البذور اليه ليعمل على التعرف على الطفرات وترتيبها بالطرق التالية:

استخدام الطفرات في المحاصيل التي تتكاثر جنسيا:

تعتمد قيمة الطفرة الاصطناعية في برنامج التربية على كمية التباين الوراثي الطبيعي الموجود. فان كانت الصفة متوفرة بصورة طبيعية فمن المفضل اللجوء اليها بدلا من المجازفة باستعمال المواد المطفرة للحصول عليها. ونسبيا تكون الطفرات المنتجة اصطناعيا ذات قيمة اكبر نسبيا في المحاصيل الذاتية التلقيح مقارنة بالأنواع الخلطية التلقيح. فالمحاصيل الذاتية التلقيح وبتوجهها نحو الاصالة تزيل بسرعة أغلب الأليلات ذات الأقلة الواطئة. اما في المحاصيل الخلطية التلقيح فان التزاوج العشوائي يديم الخلط ضمن المجتمع وبذلك يدوم التبايت الوراثي. لذلك ومن الناحية النظرية يكون انتاج الطفرات الاصطناعية في الذاتية أكثر من الخلطية ويجب على المربي أن يقارن بين الجينات الموجودة مع المنتجة اصطناعية.

من الشائع معاملة البذور في المحاصيل التي تتكاثر جنسيا أو معاملة البادرات الصغيرة جدا. وفي الحالتين تنتج طفرات من نوع «الشايميرا» Chimera. والشايميرا عبارة عن قطعة من النسيج لها تركيب وراثي مختلف عن التركيب الوراثي للخلايا المجاورة. ويجب أن تحصل الطفرات في نسيج مرستيمي يعطي خلايا تكاثرية اذا ماأريد لها المرور الى الجيل التالي.

طرق التربية:

قبل أن يبدأ مربي النبات في برنامج تربية الطفرات يجب أن يتخذ عدداً من القرارات المتعلقة بهدف البرنامج وانتخاب الطفرات في المجتمع. يجب تعريف الصفات المطلوب تغييرها عن طريق تربية الطفرات بشكل واضح. حيث أن الانتخاب لصفة واحدة لها

فرصة أوفر للنجاح من الانتخاب لاثنين أو أكثر من الصفات. ان الطرق الكفوءة لغربلة العدد الكبير من النباتات مطلوبة لزيادة فرص اكتشاف الطفرات المرغوب فيها.

آ. انتخاب الآباء :

يعتمد انتخاب الآباء المناسبة للبرنامج على هدف البرنامج. فاذا كان الهدف اطلاق صنف بصفات محسنة في الآباء المنتخبة للبرنامج يجب ان تكون الاصناف الموجودة أو سلالات تربية ذات صفات مرغوب فيها ماعدا الصفة أو الصفات المطلوب تغييرها. وفي هذه الحالة فان انتخاب الآباء لبرنامج تربية الطفرات مشابه لاختيار الأب الرجعي في برنامج التربية الرجعية.

التهجين رجعي

أما اذا كان الهدف من البرنامج هو خلق صفات غير موجودة في النوع فان لمربي النبات اختيارين في انتخاب الآباء :

(١) يمكن اختيار الصنف ذي الصفات المرغوب فيها حقلياً او السلالة التجريبية ذات الصفات الرديئة.

(٢) اختيار الأب الذي يظهر أفضل مستوى للصفة وبغض النظر على الصفات الاخرى.

وعند اختيار الصنف المطلوب يجب ان يكون مصدر البذور ممثلة للصنف كأن تكون بذور المربي أو بذور الأساس للتخلص من الاختلاط بين الطفرة والشوارد الناتجة عن خلط البذور أو التهجين. أما في المحاصيل الخلطية التلقيح فان مصدر البذور سيكون خليطاً او غير متجانس ولذلك سيكون التميز بين الطفرات ونواتج الانعزال صعباً. بالنسبة لمعاملة البذور يفضل عند المعاملة بالطفرات استعمال اثنين أو أكثر من المطفرات وبعدة جرع. ويجب تنمية بذور غير معاملة في كل جيل للمقارنة وتقويم تأثيرات المعاملة.

تنمية الجيل الطفوري الأول M_1 :

عند الرغبة في الحصول على جيل طفوري أول (M_1) كبير يجب زراعة البذور في الحقل. ان بقاء نباتات الجيل الطفوري الأول حية يعتمد على مدى العناية في زراعة البذور والمحافظة عليها خلال فترة النمو. ويجب مراعاة الأمور الآتية :

ذاتي

١. عزل نباتات M_1 عن التراكيب الوراثية الأخرى لنفس النوع خصوصاً في النباتات التي لن تخصب ذاتياً يدوياً أما بترك مسافة كافية او الزراعة بمواعيد مختلفة ، أو تغطية النوراة الزهرية في أكياس .

خلطي

٢. في المحاصيل الخلطية التلقيح يجب القيام بالتلقيح الذاتي الاصطناعي لغرض الحصول على الجيل الطفوري الثاني (M_2) .

٣. يجب زراعة البذور بالمواعيد المناسبة لأعطاء انبات وبزوغ سريع للبادرات .

٤. يجب ان تكون التربة هشة ، رطبة ومسمدة بشكل ملائم لتشجيع نمو النبات . ويمكن زراعة البذور الجافة ميكانيكياً . في حالة زراعة البذور الرطبة كما هي الحالة في البذور المعاملة بالمطفرات الكيمياوية يجب زراعة البذور بالأيدي مع مراعاة لبس القفازات المطاطية لتجنب ملامسة المواد المطفرة من البذور. ويجب المحافظة على رطوبة التربة حتى الأنبات .

٥. يجب ان يكون معدل البذار عالياً بدرجة تكفي لمنع النبات من تكوين التفرعات الخضرية ولكن تسمح بنمو ساق واحدة وذلك لكون الطفرات تظهر على الساق الرئيس اكثر من ظهورها على التفرعات الثانوية .

٦. تؤخذ البيانات الحقلية المعتادة من الواح التربية فضلاً عن المعلومات عن نسبة الانبات ، بقاء البادرات وبقاء النباتات حتى النضج . كذلك بيانات عن عقم نباتات الجيل الطفوري الأول الذي قد يعكس التغيرات الوراثية المنتجة من المطفرات .

طرق التربية من الجيل الطفوري الأول :

ان طرق التربية المستعملة خلال اجيال التلقيح الذاتي هي نفس الطرق المتوفرة في المجتمعات التي كونت نتيجة التهجين. فالجيل الطفوري الأول(M_1) والجيل (F_1) متماثلان من الناحية الوراثية في امكانية أن تكون النباتات خليطة في أحد المواقع الجينية ، ولكن مجتمعات الجيل الطفوري الأول والجيل الأول مختلفين تماما بسبب كون نباتات M_1 في المجتمع تكون مختلفة وراثيا حيث ان بعضها لديها الطفرة فيما لاتكون مثل هذه الطفرة في نباتات اخرى . اما نباتات الجيل الاول (F_1) فتكون متشابهة وراثيا اذا كانت مشتقة من التهجين بين اثنين من النباتات الأصيلة . لذلك يجب معاملة الجيل الطفوري الأول كما لو كانت نباتات انعزالية في الجيل الثاني F_2 .

أ. طريقة النسب : Pedigree method

يمكن اتباع الخطوات الآتية بطريقة تسجيل النسب للقيام بالتربية الداخلية للمجتمع الناتج بعد التعريض للمواد المطفرة.

١. السنة الاولى : زراعة الجيل الطفوري الأول M_1 وحصاد كل نبات على حدة لانتاج بذور الجيل الطفوري الثاني M_2.

٢. السنة الثانية : زراعة الجيل الثاني M_2 وبعدد من النباتات يكفي لاستعادة انعزالات الطفرات في المجتمع. هذا العدد يختلف باختلاف المحاصيل، ولكنه في الحنطة والشعير يكون بين ٥٠٠٠ الى ١٠,٠٠٠ نبات وتزرع البذور على مسافات من بعض ضمن الخط وبين الخطوط. تحصد نباتات M_3 التي لها المظهر المطلوب بشكل فردي لانتاج M_3.

٣. السنة الثالثة : يزرع نسل الجيل الطفوري الثالث M_3 من النباتات المنتخبة في M_2 (أي سلالات M_2:3) كل نبات في سطر. فاذا كان للسطر المظهر المرغوب فيه ولكن هناك انعزالات لصفات اخرى، تحصد النباتات الطافرة فرديا، واذا كان الخط متجانسا بالنسبة للطفرة وغيرها من الصفات فيحصد بمجموعة لاعطاء الجيل الطفوري الرابع.

٤. السنة الرابعة : يمكن تقويم اداء سلالات الجيل الطفوري الرابع (M_2:4) في تجارب اختبارات مكررة بالنسبة للصفة المنتخبة وللصفات الحقلية الأخرى.

٥. السنة الخامسة والمواسم الاخرى : يمكن اختبار السلالات المرغوب فيها لاغراض اطلاقها كأصناف جديدة واستعمالها كآباء للتربية. عموما توفر طريقة تربية النسل فرصة تنمية النسل من كل نبات (M_1) وللحصول على الطفرات ان كانت موجودة في الجيل الأول. ولكن مقدار العمل المطلوب في الانتخاب بطريقة النسب اعلى من الطرق الأخرى.

ب- طريقة التجميع : Bulk method

١. السنة الاولى : تنمية نباتات الجيل الطفوري الاول (M_1) وتحصل البذور من جميع النباتات للحصول على نباتات الجيل الطفوري الثاني (M_2).

٢. السنة الثانية : تزرع عينة من بذور الجيل الطفوري الثاني (M_2). يمكن حصاد نباتات (M_2) بشكل انفرادي لاغراض اختبار النسل في الموسم الثالث أو حصاد

جميع النباتات سوية. يمكن استعمال الانتخاب الأجمالي على النباتات قبل حصادها ثم حصاد النباتات المنتخبة سوية.

٣. السنة الثالثة : في هذا الموسم يمكن اعتماد طريقين:

أ- تنمية نسل الجيل الطفوري الثالث (M_3) من النباتات الفردية للجيل الطفوري الثاني (M_2) التي تم حصادها من الموسم السابق. ثم الانتخاب ضمن وبين النسل كما كان متبعاً بطريقة تسجيل النسب.

ب. زراعة بذور الجيل الطفوري الثالث بشكل مجموعة ويمكن حصاد نباتات (M_3) بشكل انفرادي لغرض اختبار النسل او حصاد النباتات سوية عن طريق الانتخاب الاجمالي أو بدونه. ويمكن استعمال طريقة التجميع هذه لعدد من الأجيال وحسب الرغبة.

٤. السنة الرابعة والأجيال التالية : يمكن بعد الحصول على السلالة المرغوب في استعمالها كصنف جديد اوكأب في التهجينات مع أصناف اخرى.

عموما طريقة التجميع هي من أقل الطرق كلفة. ويمكن ان يفيد بعض أشكال الانتخاب الاجمالي في الجيل الطفوري الثاني والأجيال التالية في الحصول على الطفرات المرغوب فيها. من الأمور غير المرغوب فيها في حصاد الجيل الطفوري (M_1) بشكل مجموعة يعود الى امكانية احتواء هذا الجيل على تكرار عال من الطفرات فضلا عن الطفرة المرغوب فيها والتي يمكن ان تنتج عدداً قليلاً من البذور نسبة الأفراد غير الطافرة ولذلك تكون فرصة النباتات الطافرة أقل في العيش مما قد يؤدي الى فقدانها في بعض الأحيان.

جـ. طريقة الانحدار من بذرة واحدة Single-seed descent

في هذه الطريقة لاتؤثر انتاجية النبات في الانحدار من البذرة الواحدة حيث يؤخذ من كل نبات بذرة أو عدد قليل من البذور. وعندما تحصد البذور من مجتمع الجيل الطفوري الأول في الجيل الثاني (M_2) فان كل نبات (M_1) يكون ممثلا بصورة متساوية في (M_2) ماعدا الاختلافات في حيوية البذور.

١. السنة الاولى : تنمية نباتات الجيل الطفوري الاول (M_1) ويتم حصاد بذرة واحدة او عدد قليل من البذور من كل نبات وتجمع سوية.

٢. السنة الثانية : زراعة نباتات الجيل الطفوري الثاني (M_2). يمكن حصاد النباتات المرغوب فيها بصورة فردية لاغراض اختبار النسل في الموسم الثالث ، او حصاد بذرة

او عدد قليل من البذور من كل نبات وتخلط سوية. يمكن حصاد البذور فقط من النباتات ذات المظهر المطلوب.

٣. السنة الثالثة : في هذا الموسم يمكن اتباع طريقتين :

أ- زراعة نسل (M_3) من النباتات الفردية (M_2) والمحصود في الموسم السابق. ويمكن اجراء الانتخاب بين وضمن النسل كما وصف في طريقة تسجيل النسب. سنناقش الطريقة بالتفصيل في الفصل الثالث عشر.

ب- زراعة بذور الجيل الطفوري الثالث (M_3) بشكل مجموعة ويمكن انتخاب نباتات فردية من كل نبات وتجمع سوية. ويمكن تكرار طريقة الانحدار من بذرة واحدة لاي عدد من الاجيال يرغب فيه.

السنة الرابعة والاجيال التالية :

بعد الحصول على السلالة المرغوب فيها يمكن استعمالها كصنف جديد او كأب في التهجينات.

الفائدة المتوخاة من طريقة الانحدار من بذرة واحدة هو امكانية استخدام عدد اكبر من نباتات (M_1) مقارنة بالطرق الاخرى بسبب اخذ عدد قليل من النسل من كل نبات. ويمكن ان يكون هذا مضراً بسبب وجود احتمال ان لاتحمل أياً من البذور المنتخبة الطفرة حتى ولو كانت موجودة بشكل خليط في الجيل الطفوري الاول.

د- اختبار الاجيال المبكرة : Early – generation testing

السبب الاساسي في استعمال اختبار الاجيال المبكرة هو في عدم امكانية انتخاب وتقويم الصفات الكمية بالنظر.

السنة الاولى : تنمية بذور الجيل الاول (M_1) وحصاد النباتات بصورة انفرادية.

السنة الثانية : زراعة النباتات المشتقة من الجيل الطفوري الاول (M_1 : 2) في ألواح مكررة ويتم الاحتفاظ بالسلالات ذات الاداء المرغوب فيه.

السنة الثالثة : تزرع نباتات (M_1 : 3) كنباتات مفردة للجيل الطفوري الثالث (M_3) وتحصد النباتات الفردية بشكل مفرد.

السنة الرابعة : تقيم سلالات (M_3 : 4) في الواح مكررة.

السنة الخامسة والاجيال التالية : يمكن اطلاق السلالة ذات الصفات المرغوب فيها كصنف او استعماله كأب في التهجينات.

جدول ٨ - ١ : خواص الاشكال المختلفة من الاشعاع التي تستخدم للتطفير الاصطناعي

نوع الأشعاع	المصدر	الوصف	الأخطار	الحماية الضرورية	مدى الدخول للنسيج
أشعة اكس	مكائن أشعة أكس	اشعاع كهرومغناطيسي	خطرة ، يخترق	سمك قليل من الرصاص	عدة ملليمترات الى عدة سنتيمترات
أشعة كاما	النظائر المشعة المفاعلات النووية	كهرومغناطيسي مماثلة لاشعة اكس	خطرة ذات اختراق كبير	تحتاج الى جدران سميكة عدة سنتيمترات من الرصاص أو ١م من الكونكريت	عدة سنتيمترات
النيوترونات (السريعة ، البطيئة والحرارية)	المفاعلات النووية المعجلات	جسيمات غير مشحونة أثقل بقليل من البروتون (ذرة الهيدروجين) تلاحظ فقط من خلال تفاعلاتها مع النواة في المواد التي تمر بها	خطرة جداً	جدار سميك من الكونكريت	عدة سنتيمترات
جسيمات بيتا (السريعة ، الكترونية كاثودية)	النظائر المشعة أو المعجلات	الكترون (+ أو −) يؤين بكثافة اقل من جسيمات ألفا	يمكن ان تكون خطرة	مقوى سميك	عدة ملليمترات
جسيمات ألفا	النظائر المشعة	نواة هيليوم والتي تؤين بشكل ثقيل	خطرة جدا داخلياً	ورق خفيف	جزء قليل من الملليمتر
البروتونات والديترون	المفاعلات النووية والمعجلات	نواة الهيدروجين	خطرة جداً	عدة سنتمترات من الماء والبرافين	عدة سنتمترات

المصدر : Manual on Mutation Breeding (1977)

جدول ٨- ٢ : مجاميع من المطفرات الكيميائية.

مجموعة المطفر	العينات
مشابهات القواعد Base analogues	5 – bromo – uracil, 5 – bromo deoxyuridine 2 – amino – purine
مركبات قريبة Related Compound	8 – ethoxy caffeine, maleic hydrazide
مضادات حيوية Antibiotics	Azaserine, mitomycine C, Streptonigrin, actinomycin D.
المواد الالكالية Alkylating agent	
Sulfur mustards	Ethyl – 2 – Chloroethyl sulfide
Nitrogen mustards	2 – chloroethyl – dimethyl amine
Epoxide	Ethylene oxide
Ethyleneimines	Ethyleneimine
Sulfate, sulfonates	Ethyl methanesulfonate
Sulfones, lactones	
Diazoalkanes	Diazomethane
Nitroso compound	N – ethyl – N – nitroso Urea
Azide	Sodium Azide
Hydroxyl amine	Hydroxyl amine
Nitrous Acid	Nitrous Acid
Acridines	Acridine Orange

المصدر: Manual on Mutation Breeding (1977).

مصادر الفصل الثامن

References

إبراهيم، إسكندر إبراهيم، إبراهيم شعبان السعداوي وخزعل خضير الجنابي ١٩٩٠. تطبيقات التقنيات النووية في الدراسات النباتية. منشورات منظمة الطاقة الذرية العراقية.

العذاري، عدنان حسن، ١٩٨٧. أساسيات في الوراثة. الطبعة الثانية، دار الكتب. جامعة الموصل.

Annonymous. 1972. Induced mutations and plant omprovement proc. Int. Atomic Energy Agency, Vienna.

Annonymous. 1976. Induced mutation in cross–breeding. Proc. Int. Atomic, Energy Agency, Vienna.

Annonymous–1977. Manual on mutation Breeding. Proc. Int. Atomic Energy Agency, Vienna.

Brock, R.D. 1971. The role of induced mutations in plant improvement. Radiation Botany vol. 11: 181-196

Fehr, W.R. 1987. Principles of cultivar development. vol.1. Mac Millan Publishing Co. New York.

Gustafsson, A. 1969. A study on induced mutations in plants. pp 9-31. In Induced mutations in plants. Proc. Int. Atomic Energy Agency, Vienna.

Nilan, R.A., A.Kleinhofs and C.F. KonZak. 1977. The role of induced mutations in supplementing natural genetic variability. Annals, N.Y. Acad. Sci. 287:367-384.

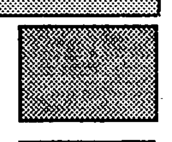
Sigurbjornsson, B. 1983. Induced mutation pp 153. InCrop Breeding. D.R. Wood (ed.) American Society of Agronomy, Madison, Wisconsin. U.S.A.

Sigurbjornsson, B. and Micke. 1974. Philosophy and accomplishments of mutation, breeding. pp303-343. In Polyploidy and Induced mutations in plant Breeding. Proc. Int. Atomic Energy Agency. Vienna.

Welsh, J.R. 1981. Fundamentals of plant Genetics and Breeding. John Wiley and Sons.

الفصل التاسع

الطرق العامة في تربية المحاصيل الحقلية



الفصل التاسع

الطرق العامة في تربية المحاصيل الحقلية

مقدمة :

تختلف الطرق المستعملة في تحسين المحاصيل باختلاف التركيب الوراثي للمحصول . وتعمل طريقة تكاثر المحصول وطبيعة تزاوجه على بقائه من جيل لآخر. كل طريقة من طرق التربية يجب ان تؤدي جميع برامج تحسينها الى سلالات أو اصناف أصيلة في تركيبها الوراثي لان هذه الحالة التي سيحافظ عليها الاخصاب الذاتي . اما المحاصيل الخلطية الاخصاب فان برامج تحسينها يجب ان تنتهي بنباتات خليطة في تركيبها الوراثي كأن تكون اصنافاً مفتوحة التلقيح او اصنافاً هجينة او اصنافاً تركيبية حيث ان الحالة الخليطة هي الحالة التي يعمل التزاوج الخلطي على استمرارها . فضلاً عن ذلك فان جميع النباتات الاصيلة في تركيبها الوراثي في هذا النوع من المحاصيل لاتصلح للانتاج الزراعي مباشرة وذلك لانخفاض حاصلها بشكل كبير. اما في المحاصيل التي تتكاثر خضريا فيجب ان تنتهي ببرامج تحسين هذه المحاصيل الى انتاج سلالات خضرية خليطة في تركيبها الوراثي كأن تكون بشكل كلونات .

تنقسم طرق تحسين المحاصيل على :

اولا : طرق تحسين المحاصيل الذاتية الاخصاب .

ثانيا : طرق تحسين المحاصيل الخلطية الاخصاب .

ثالثا : طرق تحسين المحاصيل ذات الاكثار الخضري .

طرق تحسين المحاصيل الذاتية الاخصاب :

لعمل برامج تحسين المحاصيل الذاتية بقصد الحصول على سلالة أو أكثر ذات تركيب وراثي أصيل متميز في صفة أو أكثر على الاصناف المزروعة ، أو بقصد تحسين صفات الاصناف المزروعة والمحافظة عليها بحالة أصيلة ، يقوم مربي النبات باستنباط واختبار الاصناف الجديدة ثم تكثر الاصناف الجديدة وتوزع على المزارعين وقد يختار المزارع الصنف من بين أصناف عدة .

الصنف :

ان مفهوم الصنف رغم شيوع استخدامه فان من الصعوبة وصفه بدقة ان هذا يحتاج فهما لنظام الصنف في المملكة النباتية ومجاميعها التصنيفية.. في هذا النظام تقسم عوائل النباتات الى اجناس وبدورها تقسم على أنواع وضمن النوع يوجد العديد من الاصناف الزراعية .

فالصنف Variety يعبر عن مجموعة من النباتات المتماثلة التي بمظهرها وادائها تتميز وتعرف عن بقية الاصناف ضمن نفس النوع .

ويمكن توضيح هذه العلاقة باستعمال احد المحاصيل الشائعة مثل الحنطة فحنطة الخبز تقع ضمن العائلة النجيلية . في الاسم العلمي لحنطة الخبز *Triticum aestivum* L. تعبر الكلمة الاولى عن اسم الجنس Triticum اما الكلمة الثانية فتعبر عن اسم النوع . على العموم هناك العديد من أنواع الحنطة فمنها ثنائية المجموعة الكروموسومية ($2n = 14$, Diploid) ، اخرى رباعية المجموعة الكروموسومية ($2n = 28$, tetraploid) واخرى سداسية المجموعة الكروموسومية ($2n = 42$, Hexaploid) . وضمن كل نوع يوجد العديد من الاصناف التي تختلف في موعد نضجها ولون حبوبها وشكل النبات ومقاومة الامراض والمحتوى البروتيني ويجب ان تختلف الاصناف في احدى الصفات المتوارثة . ان تصنيف حنطة الخبز يمكن كتابته كما يلي :

العائلة : النجيلية Gramineae
الجنس : Genus Triticum
النوع : species aestivum

الصنف : Variety صابربيك او غيره من الاصناف هناك عدد لايحصى من التراكيب الوراثية التي يمكن الحصول عليها ضمن اي نوع من المحاصيل. فالمجتمعات المكثرة من

تركيب واحد او من خليط من التراكيب الوراثية يطلق عليه بالضرب strain او بالسلالات عادة يتم اختيار آلاف من الضروب او السلالات من قبل مربي النبات في كل سنة . وبمجرد التعرف على ضرب معين بكونه متفوقا يعطي اسما ويكثر ويوفر تجاريا ليكون كصنف جديد . اطلق المصطلح Cultivar كصياغة تخدم مايكافيء الصنف المزروع . على العموم قد يستخدم كلمتي Varitty او Cultivar بشكل متبادل في الكتب المختلفة . على العموم لايوجد اشكال في اللغة العربية من استخدام كلمة الصنف وكما ذكرت آنفا .

هناك ميزتان رئيسيتان للصنف الاولى هي دالة الصنف Identity وثانيا تكرار الصنف Reproducibility الميزة الاولى ضرورية للتعرف على الصنف وتميزها عن بقية الاصناف ضمن النوع وقد يعتمد هذا على الصفات المظهرية او علامات اللون او على حالة فيزيولوجية او التفاعل للامراض والاداء . اما التكرار فهو ضروري بحيث يمكن تكرار صفات تميز الصنف في نسل الصنف .

معظم الاصناف الزراعية تكون أصيلة لصفات التميز فعلى سبيل المثال تكون بعض اصناف الحنطة ذوات بذور حمراء واخرى بيض واخرى عنبرية ، ولا تكون الاصناف الخليطة مرغوب فيها من قبل المزارع وتسوق الى السايلوات كأصناف خليطة . لذلك يسعى مربي النبات الى الحصول على تجانس في نباتات الصنف المستنبط خصوصا في الصفات المؤثرة في مظهر وآداء النباتات . وقد أشار Poehlman (1983) الى عدم ضرورة أن يكون الصنف أصيلا في جميع صفاته . في المحاصيل الذاتية الاخصاب والتي تميل النباتات فيها الى الأصالة ، فان مدى النقاوة ضمن الصنف سيعتمد على منشئها ودرجة الاستقرار الوراثي . في بعض أصناف المحاصيل الذاتية التلقيح تكثر كتركيب وراثي واحد (سلالات نقية Pure lines) بينما الأخرى تكثر كخليط من عدة تراكيب وراثية (انتخاب اجمالي mass selection) اما في المحاصيل الخلطية الاخصاب حيث تكون النباتات المفردة هجينة لعدة صفات فان مدى النقاوة ضمن الصنف يكون واسعا ويتغاير من جيل لآخر. ولهذا السبب فان كلمة الصنف أقل تعبيراً في المحاصيل الخلطية الاخصاب مقارنة بذاتية الاخصاب .

متطلبات برامج تحسين المحاصيل الذاتية الاخصاب :

اولا : مجموعة من نباتات المحصول تكون غير متجانسة Heterogeneous بدرجة تكفي لتحقيق اهداف البرنامج . قد تكون هذه المجموعة موجودة أصلاً في الطبيعة بصورة

أصناف قديمة مثل أصناف الحنطة صابربيك والكردية في شمال العراق ، او يقوم مربي النبات بتكوينها صناعيا عن طريق التهجين بين الاصناف أو الأنواع أو عن طريق استحداث الطفرات الجديدة.

ثانيا : انتخاب النباتات أو السلالات التي تتميز بالصفات الشكلية أو الحقلية أو المقاومة للأمراض أو نوعية أفضل من المجتمعات السابقة.

ثالثا : العمل على جعل النباتات المنتخبة أصيلة في العوامل الوراثية أي خالية من النباتات المغايرة للنباتات المرغوب فيها.

رابعا : أجراء المفاضلة الدقيقة بين السلالات لانتقاء أفضلها والتأكد من تفوقها على الأصناف المزروعة في الصفة المنتخب لأجلها.

خامساً : اكثار السلالات المتميزة في الصفات المرغوب فيها والعمل على تسجيلها للاستعمال في الانتاج الزراعي كأصناف جديدة.

سادساً : المحافظة على الصنف المستنبط عن طريق برامج موجهة للحصول على نواة جديدة للصنف كل فترة زمنية مناسبة لتجنب تدهور الصنف نتيجة للاختلاط او غيرها من العوامل.

وذلك بعد الانتخاب

الطرق المستعملة في تحسين المحاصيل الذاتية الاخصاب :

اولا : ادخال أصول التربية عن طريق الاستيراد أما بقصد زراعتها مباشرة أو بعد أقلمتها أو للاستفادة من بعض صفاتها بادخالها في برامج تربية محصول معين.

ثانيا : الانتخاب وهو إما أن يكون : (أ) انتخاباً اجمالياً mass selection او (ب) انتخاباً فردياً للنباتات Individual plant selection (ج) الانتخاب التكراري Reccurrent selection

ثالثا : التهجين Hybridization وهو بعدة طرق :

أ- طريقة النسب Pedigree method

ب- الطريقة التجميعية (البلكية) Bulk population

ج- طريقة التهجين الرجعي Backcross

د- طريقة الانحدار من بذرة واحدة Single seed descent

رابعا : زراعة الأنسجة Tissue culture

خامسا : تربية الاحاديات Monoploid Breeding

سادسا : الأصناف المهجينة Hybrid Varieties

وفيما يلي وصفا لطرق الادخال والأقلمة وحفظ الأصول الوراثية . اما بقية الطرق فنتطرق اليها في فصول قادمة .

الادخال والأقلمة Introduction

مقدمة :

من أهم مراحل تطور الزراعة في العالم وتقدمها هو انتقال المحاصيل الاقتصادية من منطقة الى أخرى. ان بدء الادخال قد يكون بالصدفة نتيجة لتجوال الانسان وميله الطبيعي لجمع البذور أو النباتات وجلبها لغرض التجربة. ويعتمد الانتقال على الطرق التجارية وحركة الجيوش. وأفضل مثال على ادخال النباتات هو اكتشاف النصف الغربي من الكرة الارضية والذي أدى الى تبادل شامل للمحاصيل والنباتات والذي كان له الاثر البالغ في تطور الزراعة في جانبي الكرة الأرضية. وقد شملت محاصيل العالم الجديد التي انتقلت الى أوربا وآسيا وافريقيا على الذرة الصفراء والبطاطا وفستق الحقل فيما انتقلت محاصيل الحنطة ، والشوفان ، والشليم ، والشعير والذرة البيضاء الى العالم الجديد. وقد قام العديد من المهاجرين من أوربا وروسيا بأدخال أصناف جديدة من المحاصيل وخصوصا الحنطة الى امريكا الشمالية. فعلى سبيل المثال جلب Mennonites الذي سكن كنساس للفترة ٨٧٠– ١٨٨٠ حنطة مزروعة في روسيا أصبحت فيما بعد تعرف بالحنطة التركية التي أصبحت صنفاً رئيساً في منطقة تعد من أكبر مناطق انتاج الحبوب في العالم. كذلك ادخال محصول الجت الى الجزء الغربي من الولايات المتحدة ، حيث تم ادخال المحصول من قبل الاسبان الى امريكا الجنوبية في اوائل القرن السادس عشر وأنتشر في بيرو وشيلي ولم تنجح عملية نشره في شرق الولايات المتحدة. كان أول نجاح للجت في كاليفورنيا من بيرو عام ١٨٥١ حيث انتج محصولا جيدا ومن كاليفورنيا انتشر الى بقية المناطق الشرقية.

ان ادخال وزراعة المحاصيل في بيئات جديدة ينتج عنه تغيرات تطورية وأقلمة ضمن النوع المدخل. ويمكن حصول مثل هذه التغيرات بسرعة اذا كان المحصول المدخل مكوناً من مجتمعات لم يجرِ عليها انتخاب أو أصناف محلية محتوية على درجة عالية من التغايرات الوراثية التي تسمح في الأقلمة في البيئات الجديدة. ان من أهم النقاط التي يجب ان يراعيها مربي النبات عند لجوئه لطريقة الادخال هي:

١- يجب ان يكون هناك تماثل في التربة والمناخ بين منطقة الأصل والمنطقة الجديدة المنوي ادخال المحصول اليها.

٢- للمحصول فرصة أوفر للنجاح اذا كان للمحصول صفة التأقلم adaptability التي تسمح بإن يناسب الصنف البيئة الجديدة.

وتعتمد صفة التأقلم هذه على الخلط الوراثي للمدخل. فالحنطة التركية كان لها صفة تأقلم جيدة لكونها خليطاً من عدة أشكال وأنماط كذلك الجت حيث أنه مكون من عدة أشكال فضلا عن كونه خلطي التلقيح.

وفي يومنا هذا تولي دول العالم المتقدم والمنظمات الدولية المختلفة مثل منظمة الغذاء والزراعة الدولية والمجموعة الدولية لحفظ المصادر الوراثية والمراكز الدولية مثل ايكاردا (المركز الدولي لابحاث المنطقة الجافة) والمركز الدولي لتحسين الذرة الصفراء والحنطة في المكسيك والمركز الدولي لتحسين الرز في الفلبين جهودا استثنائية على جمع وتبويب واستعمال المصادر الوراثية وتسهيل مهمة تبادلها بين مختلف مربي المحاصيل لغرض الاستفادة الكاملة منها. وكمثال على مدى اهتمام الدول المنظم لجمع ودراسة وحفظ الاصول الوراثية عن طريق الادخال هو الجهد الذي تقوم به الولايات المتحدة الامريكية والاتحاد السوفيتي وايطاليا.

حيث تم تطوير أقسام خاصة للادخال وانشاء مخازن ومحطات متخصصة في عمليات حفظ وادامة حيوية النباتات المجموعة من مختلف انحاء العالم بحيث أصبح من السهولة على مربي النبات المحليين والاجانب الحصول على مايبتغون من المصادر الوراثية المطلوبة لبرامجهم.

في العراق كان هناك اهتمام تاريخي بادخال النباتات منذ حوالي ٢٥٠٠ سنة ق.م عندما حمل سرجون معه الى الوطن نباتات التين والعنب والورد. اما ادخال النبات المنظم فكان من بداية تأسيس الدولة العراقية الحديثة في الثلاثينيات وماتلاها ادخلت أصناف من الحنطة الهندية (العجيبة) كينيا كولار والماكسيباك وكوكورت س ٧١ ونوري ٧٠، وسناتور كابللي وأصناف الشعير المختلفة (جدول ٩-١) وأصناف القطن كوكرولت ١٠٠، وأكالا روجرو، وكوكرولت ٣١٠ وأصناف روسية. كذلك تم ادخال أصناف من محصول الجت والعصفر والتبغ والبنجر السكري والذرة الصفراء والكثير من اصناف الخضر الشائع استعمالها في العراق مما يدل على أهمية طريقة الادخال في تطوير الزراعة العراقية.

جدول ٩-١ : بعض اصناف الحنطة والشعير الداخلة الى العراق

المحصول	المنشأ	سنة الادخال	جهة الادخال
الحنطة، عجيبة	الهند	١٩٢١	مزرعة الرستمية/ بغداد
الحنطة، كيتيا كولار	استراليا	١٩٥٢	مديرية المحاصيل الحقلية العامة
الحنطة فلورنس آورور	ليبيا	١٩٥٨	مديرية المحاصيل الحقلية العامة
الحنطة مكسيباك	باكستان	١٩٦٤	مديرية المحاصيل الحقلية العامة
الحنطة مكسيكية ٢٤	المكسيك	١٩٦٤	مديرية المحاصيل الحقلية العامة
الحنطة إينيا ٦٦	المكسيك	١٩٦٤	مديرية المحاصيل الحقلية العامة
الحنطة سناتورطابللي	إيطاليا	١٩٥١	مديرية المحاصيل الحقلية العامة
الحنطة جوري	المكسيك	١٩٧٠	مديرية المحاصيل الحقلية العامة
الشعير سوبركلان	U.S.A	١٩٣٢	مديرية المحاصيل الحقلية العامة
الشعير كاليفورنيا ماريوت	U.S.A	١٩٣٦	مديرية المحاصيل الحقلية العامة
الشعير بلدي ٢٦٥	مصر	١٩٣٩	مديرية المحاصيل الحقلية العامة
الشعير أربفات	U.S.A	١٩٦١	مديرية المحاصيل الحقلية العامة
الشعير نومار	U.S.A	١٩٧١	مديرية المحاصيل الحقلية العامة
الشعير س.م. ٦٧	U.S.A	١٩٧١	مديرية المحاصيل الحقلية العامة
الشعير ريحان	سوريا	١٩٨٥	جامعة الموصل/ كلية الزراعة والغابات

أشكال الادخال:

تعني عملية الادخال لمربي النبات ادخال أنواع المحاصيل أو الاصناف او السلالات من أحد الأقطار الى اقطار اخرى. ويمكن تقسيم أشكال الادخال:

١- ادخال محاصيل جديدة لاتوجد في القطر.

٢- ادخال أصناف جديدة لمحصول موجود في القطر.

٣- ادخال صفات جديدة وللمحاصيل الموجودة.

١- بالنسبة لادخال المحاصيل الجديدة:

يقصد به المحصول الذي يؤتى به للمنطقة للمرة الأولى. هناك العديد من العوامل التي تشجع هذا الاتجاه أهمها احتياجات السوق للمنتوجات الزراعية المهمة مثل :

(أ) الحاجة الى زيوت نباتية للاستهلاك المحلي. ولأغراض صناعية معينة. كما في ادخال العصفر والسلجم وعباد الشمس للحاجة الواسعة لمحاصيل الزيت. او ادخال الهوهوبا Jojba لاستعمال الزيت لاغراض صناعية معينة. ادخال الخروع في الولايات المتحدة.

(ب) الحصول على مصادر رخيصة للألياف لصناعة الورق.

(جـ) مصادر رخيصة للبروتين مثل ادخال فول الصويا في العراق.

٢- ادخال أصناف جديدة:

نتيجة للتوسع في برامج التربية لمختلف المحاصيل الحقلية والبستنية فانه يتم تبادل الاصناف المحسنة بين الأقطار المختلفة حول العالم. وقد أدى ذلك الى رفع نوعية المحاصيل المستعملة، حيث ان من النادر في الاقطار المتقدمة زراعيا ان تدخل صنفا ناجحا بالشكل الذي ادخل اليها بل تعمل على تحسينه. ومن الممكن تبادل الاصناف بين الاقطار التي تتشابه من ناحية المناخ والتربة. وفي العراق وكما ذكرنا آنفا تم ادخال العديد من اصناف الحنطة والقطن والشعير والذرة الصفراء وغيرها من المحاصيل التي تستخدم الآن على نطاق واسع في الزراعة العراقية.

وقد تم ادخال هذه الاصناف من المكسيك والولايات المتحدة الأمريكية وايكاردا (المركز الدولي لابحاث المنطقة الجافة) والفلبين والهند.

٣- صفات جديدة للمحصول:

وفي هذا الصدد يتم أدخال أصناف ذات صفة المقاومة للأمراض والحشرات والتبكير في التزهير والنضج واللون وتحسين النوعية. عادة يتم تهجين هذه الاصناف مع الاصناف المحلية بهدف نقل الصفات المرغوب فيها من الأصناف الأجنبية . وقد تستخدم الأنواع القريبة. وقد دفع هذا الاتجاه الدول المتقدمة بانشاء بنوك للجينات Gene Banks التي تزايدت أهميتها بعد فقدان مصدر الجينات في المناطق الأصلية نتيجة للتوسع في استخدام الأصناف المحسنة.

الخطوات العملية لطريقة الأدخال:

يتضمن البرنامج العام ادخال أفضل الأصناف من الأقطار التي تزرع فيها هذه الأصناف على نطاق واسع ثم يتم تقويم هذه الأصناف واطلاق أفضلها الى المزارع. وقد يشمل ادخال السلالات التجريبية من أقطار حيث تجري فيها برامج التربية للنوع كما في استيراد مثل هذه السلالات من المركز الدولي لتحسين الحنطة والذرة الصفراء في المكسيك او من المركز الدولي لابحاث المنطقة الجافة (ايكاردا) . تتضمن الطريقة الخطوات التالية:

١- الحصول على كمية قليلة من البذور (٥-١٠ غم) من كل صنف أوسلالة .
٢- زراعة هذه المدخلات في مشاتل الملاحظة بطول ١- ٢,٥ (خط واحد) لكل مدخل) مع استعمال الاصناف المحلية المتداولة للمقارنة. قد يصل عدد المدخلات الى ١٥٠ مدخل كما في مشاتل الملاحظة الدولية وبمكرر واحد. يتم تقييم المدخلات لصفات ارتفاع النبات، المقاومة للأمراض، موعد التزهير والنضج، شكل الحبوب.
٣- ينتخب عدد قليل من المدخلات المتفوقة في الصفات الجيدة والمرغوب فيها وتكثر بذورها لغرض ادخالها في تجارب مقارنة الاصناف المكررة.
٤- اختبار الأصناف المنتخبة في تجارب مقارنة الأصناف المكررة (٣-٤ مكررات) لعدة سنوات ولعدة مناطق من المنطقة المنوي نشر الصنف فيها مع استخدام أفضل الأصناف المتداولة للمقارنة . ويتم تقييم الأصناف للصفات الحقلية والانتاجية والنوعية المرغوب فيها.
٥- اكثار الصنف المتفوق على الصنف المحلي بهدف التوزيع على المزارعين كصنف جديد حيث يتم عمل الدعاية له وزراعته في التجارب الايضاحية في حقول المزارعين.
٦- الاستفادة من الصنف المدخل في برامج التهجينات مع الأصناف المحلية. من الأمثلة

على الاستفادة من هذه الطريقة هو ادخال الحنطة الماكسيباك وكوكورت س ٧١ وجوري وهذه الانواع من الحنطة تزرع على نطاق واسع في المنطقة الاروائية الوسطى من العراق والمنطقة الديمية مضمونة الامطار من شمال العراق.

الأقلمة : Acclimatization

عندما يتم ادخال محصول جديد الى منطقة جديدة تماما فان المحصول يكون أقل ملائمة من منطقته الأصلية. وفي حالات معينة تظهر الأصناف الداخلة (والتي اتسمت بأقلمة واطئة في البداية) أقلمة جيدة بعد عدة مواسم من زراعتها في البيئة الجديدة. يطلق على قدرة الصنف على الاستغلال والنجاح في البيئة الجديدة «بالأقلمة» acclimatization. تحصل الأقلمة نتيجة للانحراف الوراثي genetic shift في المجتمع المتغاير الذي تعرض الى تغيرات في الشد البيئي. تتأثر هذه القابلية على التغيير بالعوامل الاتية:

أ- مدى التباين الوراثي ضمن مجتمع المحصول
ب- طبيعة التلقيح في النوع
جـ- حيوية Longevity النوع
د- طبيعة وشدة التغيرات البيئية.

تحصل عملية الأقلمة نتيجة لعمل الانتخاب الطبيعي الذي يعمل على مجتمع غير متجانس. في البيئة الجديدة يميل التركيب الوراثي المتفوق الى التكاثر بنسبة أكبر مقارنة بالتراكيب الوراثية غير المتأقلمة. ويحصل هذا اذا كانت هناك تباين وراثي للملائمة fitness ضمن المجتمع. في البرسيم الأحمر تم ادخال صنفين الأول offer والثاني Bjursele في شمال السويد وفي السنة الاولى كان حاصل الدريس للصنف الثاني أكثر بمقدار ٧٪ مقارنة بالصنف الاول، ولكن في السنة الثالثة ازدادت نسبة التفوق بمقدار ٦٧٪ والذي يعود الى تأثير التغيرات الوراثية على الصفات المؤثرة في الصفات الحقلية.

في المحاصيل الخلطية التلقيح تكون عملية الأقلمة أسرع من المحاصيل الذاتية التلقيح الذي يعود الى زيادة نسبة الاتحادات الجديدة وعلى افتراض أن الاتحادات الجديدة تقود الى انتاج تراكيب وراثية أكثر انتاجية وبأقلمة مناسبة. ومن جهة اخرى فان السلالات الأصلية تتغير ببطء شديد ولاتخضع للأقلمة ماعدا حصول الطفرات او حصول تلقيح

خلطي طبيعي (Poehlman – 1983). في المحاصيل الحولية او المعمرة (ذات العمر القصير نسبياً) نحصل على عدد أكبر من الأجيال مقارنة بالنباتات المعمرة ذات الجيل الطويل لذلك فان ذلك يقود الى زيادة الاتحادات الجديدة الوراثية. تتأثر الملائمة بعدد من العوامل منها: الشد البيئي مثل درجات الحرارة والجفاف والفترة الضوئية والامراض والتأثر بالحشرات، والعمليات الحقلية وغيرها من العوامل. كذلك فان التراكيب الوراثية المختلفة تتفاعل بشكل مختلف في البيئات المتغايرة. لذلك فان المجتمعات المستقرة نسبيا في بيئة معينة تصبح غير مستقرة في البيئات الجديدة. سيبحث هذا الموضوع بصورة مفصلة في التداخل الوراثي البيئي وأهميته في تربية المحاصيل المستقرة في فصول قادمة.

حفظ الأصول الوراثية: Germplasm conservation

من الاحتياجات الرئيسة لأي برنامج لتربية المحاصيل المختلفة هو مصادر للاختلافات الوراثية للصفات المطلوب تحسينها في المحصول. اول مصدر رئيس لذلك هو:

١- التغايرات الوراثية الطبيعية:

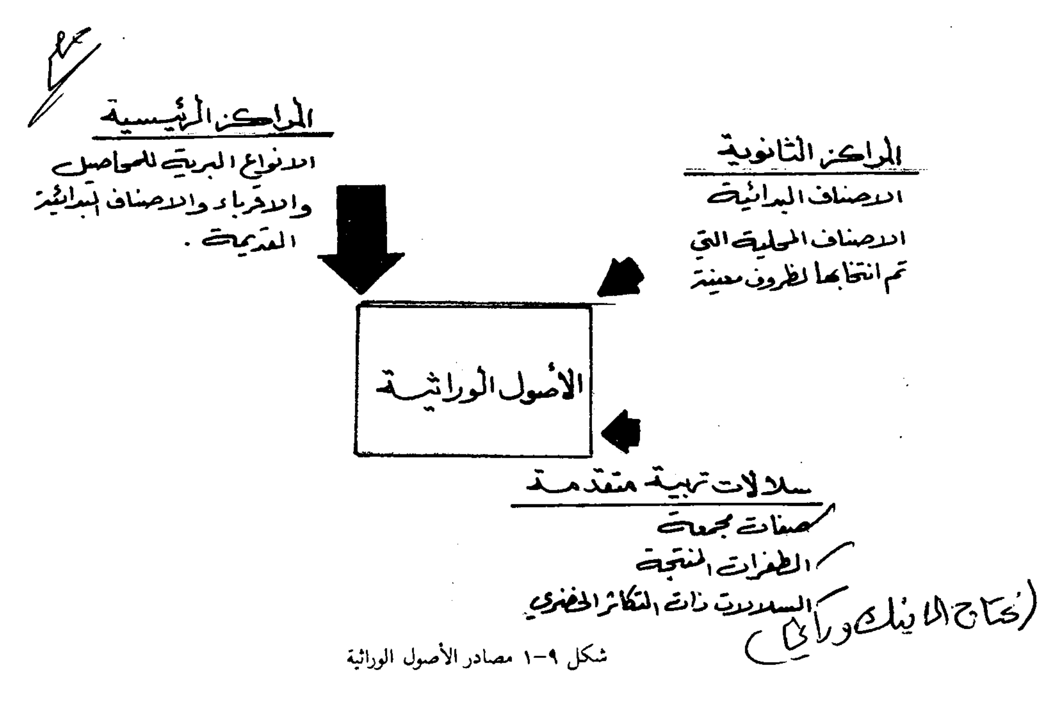
وهذا النوع من التغايرات يمكن استكشافه كما فعل الانسان السابق عن طرق الادخال البسيط ثم الانتخاب بالطرق المختلفة أو استخدامه عن طريق التهجينات المعقدة لغرض الحصول على التوافقات الجينية الجديدة. وقد تمت دراسة هذا النوع من التغايرات واستخدم على نطاق واسع في برامج التربية. مصادر هذا النوع من التغايرات هي :

(أ) الأنواع البرية للمحاصيل.

(ب) الاصناف البدائية القديمة.

(جـ) الاصناف المحلية المنتخبة لظروف بيئية معينة (شكل ٩-١).

في الآونة الأخيرة اثير العديد من التساؤلات حول فقدان هذا النوع من التغاير الوراثي الطبيعي. فقد أدى استخدام الأنظمة الزراعية المتقدمة والكثيفة وانتشار استخدام عدد قليل من الأصناف العالية الانتاج من قبل المزارع وعلى نطاق واسع أدى الى اختفاء الكثير من الاصناف المحلية والبدائية من الزراعة التقليدية خصوصاً في البلدان النامية مثل العراق. فقد أدى انتشار زراعة اصناف الحنطة المسكيباك وغيرها من الاصناف المتقدمة الى اختفاء الكثير من اصناف الحنطة المحلية العراقية من مناطق زراعة الحنطة سواء في المنطقة الشمالية او الوسطى والجنوبية من القطر العراقي. كذلك فان الاستخدام الواسع لهذه الأصناف المتقدمة في البلدان المتقدمة أدى الى كوارث عندما :



شكل ٩-١ مصادر الأصول الوراثية

(١) تتطور سلالة مرضية لايستطيع الصنف المزروع مقاومتها .
(٢) تغيير في نمط الظروف الجوية أو.
(٣) الافتقار الى الأسمدة .

فحالات تطور سلالات جديدة من صدأ الساق الأسود أدى الى اتلاف نسبة كبيرة من حنطة السهول العظمى في الولايات المتحدة . كذلك فان انتشار مرض اللفحة الجنوبية على الذرة الصفراء أدى الى فقدان ١٥ ٪ من الحاصل . في عام ١٩٧٠ . وقد حذر الكثير من العلماء من خطر التباين الوراثي الضيق في المحاصيل وفقدان التباين الطبيعي في مختلف أرجاء العالم ، وتشكل العديد من المنظمات الدولية والمحلية لغرض جمع وحفظ وتوزيع الأصول الوراثية .

٢ . جمع العينات :

قبل ان نتوجه الى جمع العينات يجب ان نسأل السؤال فيما اذا كان هناك فقدان للجينات او التراكيب الوراثية للمحصول الذي نعمل عليه . في الحقيقة أشار Frankel و (Hawkes, 1975) الى أدلة تشير الى مثل هذا الفقدان وكما أشرنا بالنسبة لاستعمال الاصناف الحديثة بدلا من الاصناف المحلية او لأسباب متعلقة بالنشاط الانساني في مجالات انشاء الطرق والتحضير او ادخال مواد كيميائية معينة (Reitz, 1976) .

أصبح جمع العينات لمعظم المحاصيل من الاهتمامات العالمية. ومن الناحية التاريخية قام الانسان بجمع النباتات الكاملة او اجزائها التكاثرية مثل البذور أو الاجزاء الخضرية. وقد انحصرت الأعمال الاولى في جمع العينات على النواحي التصنيفية أكثر من كونها الجمع بهدف حفظ الجينات. وقد كان العالم الروسي N.I. Vavilove من الرواد الاوائل في جمع الأصول الوراثية وقد سمي أكبر معهد لصناعة النبات في الاتحاد السوفياتي (سابقاً) بأسمه وهو معهد فافيلوف لصناعة النبات في عمود الاتحاد السوفياتي في لينينغراد.

بعد ان قام فافيلوف بجمع النباتات على نطاق واسع من سفراته في اجزاء العالم المختلفة في اوائل القرن العشرين فأنه كون الأسس لمعرفتنا الحالية عن منشأ واستئناس نباتات المحاصيل. فقد افترض فافيلوف ان نباتات المحاصيل نشأت بالقرب من مراكز المنشأ Center of origin وتعرف مراكز المنشأ هذه بوجود أعلى قدر من التباين الوراثي للحصول فيها. وقد أشار هارلان (Harlan, 1971) الى وجود نوعين من المراكز الاولى مراكز المنشأ والثانية مراكز التباين الوراثي Centers of diversity وقد لايتطابق المركزان. ففي بعض الأنواع افترض Harlan أن نشاطات استئناس النبات قد توسعت الى مناطق جغرافية واسعة لذلك لايمكن استعمال مصطلح المركز ويجب تسميتها باللامركز non center للمحصول المعني.

على العموم فانه يتوفر حالياً تباين وراثي لاغراض الجمع والحفظ.

وفي الوقت الحاضر يقوم البرنامج العالمي لجمع ودراسة المصادر الوراثية لمنظمة الغذاء والزراعة الدولية (Anonymous, 1981) بتنظيم سفرات علمية منتظمة الى مراكز التباين المختلفة للمحاصيل بهدف جمع النباتات ودراستها والتي تصدرها في نشرة اخبارية خاصة. فعلى سبيل المثال أرسلت بعثات لدراسة الاصول الوراثية للذرة البيضاء في اليمن أو جمع الأصول الوراثية للحنطة من الهند والباكستان.

يوضح الجدول (٩ - ٢) مراكز التباين للنباتات المزروعة. ان شكل التباين في مراكز المنشأ غير مفهومة بشكل كامل لجميع المحاصيل حيث تتغاير باختلاف المحصول. وقد ذكر Vavilove ان على قدر من التباين وأعلى تركيز للجينات السائدة يكون في مراكز المنشأ ثم تقل كلما اتجهنا الى الاطراف حيث نجد أن الجينات المتنحية تظهر كنتيجة لانتخاب مركز على الصفة أو الانعزال Isolation أو التربية الداخلية inbreeding فعلى سبيل المثال وجدت أشكال غير اعتيادية في حواف المركز مثل الذرة الشمعية والشوفان ذي الحبوب الكبيرة وعديم الاغلفة في الصين. واذا توجهنا من مرتفعات جبال الهيمالايا باتجاه البحر

الأبيض المتوسط نجد زيادة مضطردة بحجم الثمار والبذور. كذلك وجد ان الحبشة هي الآن المصدر الوحيد لمقاومة فايرس الشعير الاصفر Barley yellow dwarf virus. كما وجدت جينات للتبكير في الحنطة والعدس والشعير من ادخالات جلبت من اليمن. وقد ذكر هارلان Harlan ان تطور الأنماط المختلفة في المراكز المصغرة microcenters للتباين أسرع من معدله في مناطق اخرى.

جدول ٩ – ٢ : مراكز التباين في العالم للنباتات المزروعة (Vavilove, 1951)

١. المركز الصيني : The Chines center الصين

Avena nuda Naked oat (secondary center of origin)	الشوفان
Glycine hispida	فول الصويا
Phaseolus angularis, Adzuki bean	
Phaseolus vulgaris, Been (Recessive form)sec.center	فاصوليا
Brassica Juncea, Leaf mustured.	الخردل الورقي
Prunus armeniaca, Apricot	المشمش
Prunus persica, peach	الخوخ
Citrus sinensis,	البرتقال
Sesamum indicum, sesame	السمسم (مجموعه متوطنه من الاصناف القصيرة)
Camellia (Thea) sinensis	الشاي

٢. المركز الهندي : Indian Center الهند

Oryza sativa,	الرز
Eleusine coracana	الدخن الأفريقي
Cicer arietinum chickpea	الحمص
Phaseolus aconitifolius, Math Bean	الفاصوليا
Phaseolus calcaratus, Rice Bean	الفاصوليا
Dolichos biflorus, Horse gram	
Solanum melongena, Egg plant	الباذنجان
Raphanus caudatus, Rat's tail radish	الفجل

Cucumis sativus	Cucumber	الخيار
Gossypium arboreum,		القطن (الهندي (2X)
Corchorus olitorius, Jute		الجوت
Piper nigrum	pepper	الفلفل الأسود

Th Indo – Malayan eenter — **٢آ– المركز الهندي – الماليزي :**

Dioscora spp., Yam		اليام
		الموز
Cocos nucifera	coconut	جوز الهند

The central Asiatic lenter — **٣. مركز آسيا الوسطى :**

(كشمير، باكستان، شمال غرب الصين)

Triticum aestivum, Bread Wheat	حنطة الخبز
Triticum compactum Club Wheat	
Triticum sphaerococcum, Shot Wheat	
Secale cereale, Rye	الشيلم (مركز ثانوي)
Pisum sativum	البزاليا
Cicer arietinum chick pae	الحمص
Seasamum indicum Sesame	السمسم (أحد مراكز المنشأ)
Linum usitatissimum, Flax	الكتان
Carthamus tinctorius Safflower	العصفر (أحد مراكز المنشأ)
Daucus carota	الجزر (مركز أساسي للاصناف الآسيوية)
Raphanus sativus Radish	الفجل (أحد مراكز المنشأ
Pyrus communis pear	العرموط
Pyrus malus Apple	التفاح
Juglans regia Walnut	الجوز

٤. مركز الشرق الأدنى : The near eastern center

(آسيا الصغرى وايران وتركستان والقوقاز)

حنطة اينكورن — *T. monococcum*, Einkorn wheat

حنطة المعكرونة — *T. durum* Durum wheat

حنطة بولارد — *T. turgidum*, Poulard Wheat

حنطة الخبز — *T. aestivum*, Bread Wheat

(مجموعه عديمه السفا متوطنه أحد مراكز المنشأ)

الشعير — *Hordeum Vulgare*, Endemic group of cultivated tworowbaly

الشليم — *Secale cereale*, Rye

الشوفان الاحمر — *Avena byzantina*, Red oat

الحمص (مركز ثانوي) — *Cicer arietinum*, chick pea

العدس (مجموعة كبيرة من الأصناف المتوطنة) — *Lens esculenta*, Lenil

البزاليا (مجموعة كبيرة من الأصناف المتوطنة. مركز ثانوي — *Pisum sativum* Pea

الجت الأزرق — *Medicago sativa*, Blue alfalfa

السمسم (مجموعه جغرافية منفصلة) — *Sesamum indicum*, Sesame

الكتان (عدة أصناف متوطنة) — *Linum usitatissimum*, Flax

البطيخ — *Cucumis melo*, Melon

اللوز — *Amygdalus communis*, Almond

التين — *Ficus carica*, Fig

الرمان — *Punica granatum*, Pomegranate

العنب — *Vitis vinifera*, Grape

المشمش (أحد مراكز المنشأ) — *Prunus armeniaca* Apricot

الفستق (أحد مراكز المنشأ) — *Pistacia uera*, Pistachio

٥. مركز البحر الابيض المتوسط :- The Mediterranean center

الحنطة الخشنة — *T. durum*

الشوفان المغطى — *Avena strigosa*, Hulled oats

الباقلاء — *Vicia faba* Broad Bean

القرنابيط — *Brassica oleracea*, Cabbage

الزيتون	*Oleaeuro Paea,* Olive
الخس	*Lactuca sativa,* hettuce

٦. مركز الحبشة : The Ehiopian center

الشعير والحمص والكتان والعدس ودخن finger millet ، والبزاليا والسمسم والتف teff والحنطة الخشنة.

٧. مركز جنوب المكسيك وأمريكا الوسطى South Mexican and central American center

الفاصوليا ، الذرة الصفراء ، قطن أبلاند ، القرعيات مثل : الشجر والشجر الاحمر ، والسيسال Sisal hemp

٨. مركز أمريكا الجنوبية South American (Peruvian – E cuadorian Bolivian) center

فاصوليا ليما ، قطن سي ايلند ، البطاطا الحلوة ، البطاطا ، التبغ ، الطماطة.

٨أ– المركز الشيلي : Chiloe center البطاطا

٨ب– مركز البرازيل والباراغوي Brazilian – Paraguan center

الكاكاو وفستق الحقل وشجر المطاط والأناناس Pineapple

أشارت دراسات Vavilove الواسعة عن التباين الوراثي الىٰ وجود مادعاه بالتوازي في التباين بين الانواع القريبة من بعضها البعض سماها بقانون السلاسل المتشابهة في توريث التباين Law of Homologous series in heritable variation في القطن وجد تشابه في تباين لون الألياف (أبيض ، وقهوائي ، وأخضر) ولون البذور ونوع التفرع وشكل الأوراق ولون السيقان وتفتح الجوز بين أنواع القطن الهندي *Gossypium arboreum* والقطن الآسيوي *G. herbacium* والقطن الأمريكي *G. hirsutum* و *G. barbadense*. وتكمن أهمية ذلك لمكتشف النبات في كونه يستطيع تخمين الأشكال التي

لم يتم وصفها لحد الآن. وكمثال آخر يعد الشيلم *Secale cereale* أقل تباينا مقارنة في الحنطة ولكن دراسة مستفيضة لادخالات من جنوب آسيا أوضحت توازيا مقاربا في التباين لـ ٢٨ صفة حتى ولوكانت هذه الأنواع تعود الى أجناس مختلفة.

النواحي العملية في جميع العينات :

كما ذكرنا فان عملية جمع العينات وادخالها من العمليات الكبيرة ويجب على أساس ذلك ايجاد نظام للعمل بغية الجمع من المناطق الممثلة ودراستها بشكل دقيق.

١. الاتصالات :

عادة لاتوجد صعوبة في الحصول على الاصناف من المحطات التجريبية، الحدائق النباتية او الحقول التجارية ومربي النبات عن طريق المراسلة. ولكن هناك صعوبة في الحصول على الأنواع البرية او أصناف من المناطق المحلية التي يتوجب جمعها عن طريق الرحلات الاستكشافية كما ذكرنا سابقا، بعد تحديد هدف الجمع كأن يكون البحث عن أصناف من الحنطة مقاومة لسلالات معينة من صدأ الساق. وقد يشمل البحث في مناطق واسعة وتحتوي على المصادر الوراثية. وقد يتقرر اجراء مسح مكثف لمناطق صغيرة لغرض الحصول على جميع التباينات.

٢. اماكن الجمع :

احيانا يكون من الصعوبة تحديد أماكن الجمع ولكن يفضل ان يبدأ الباحث في المناطق التي تشبه ظروف مناخها تلك الموجودة في القطر او المنطقة الذي يعمل فيها المربي. فقد لاحظ Vavilove ان مدخلات الحنطة الناجحة في روسيا تكون من تلك المناطق التي تشبه المناخ الروسي. ولكنه لاحظ ان هناك محاصيل معينة مثل البطاطا التي منشأها من المنطقة الاستوائية تنجح في الكثير من المناطق الاخرى. وكقاعدة يجب ان تخضع جميع المدخلات الى التجارب حتى يمكن التأكد من مدى ملائمتها للظروف المحلية.

٣. ماهية الاجزاء النباتية التي يمكن جمعها :

يمكن الحصول على أغلب الادخالات بشكل بذور حيث ان مشاكلها قليلة جدا في الشحن، ولكن الاجزاء الخضرية (ماعدا الأبصال) تتطلب اجراءات معينة للمحافظة

على حيوية الاجزاء الخضرية مثل عقل القصب السكري وفي المحاصيل البقولية تدخل دون الضروب البكتيرية المتوطنة ولكن يجب العمل على ادخال ضروب البكتريا الخاصة بها أيضا .

٤ . أخذ البيانات :

يجب اخذ بيانات كاملة عن محلات الجمع وبالتفصيل المذكورة في الجدول (٩ — ٣) والمتبع في قسم المصادر الوراثية . والذي يشمل على الاسم والموقع والمجتمعات النباتية المجاورة ومواصفات التربة والطوبوغرافية . ويتم اعطاء العينات ارقام الادخال في القطر كما مذكور في الجدول (٩ — ٤) عند الادخال للقطر او الجمع من داخله . ويحتفظ ببطاقة خاصة لكل مدخل كما في الشكل (٩ — ٢).

٥ . اجراءات الحجر الزراعي :

قد تكون المدخلات مصدرا للعديد من الامراض والحشرات قد تسبب اتلاف المحاصيل المحلية ، لذلك يجب ان تمر العينات من خلال اجراءات الحجر الزراعي فيما اذا كانت اجزاء خضرية مثل البراعم والتي يجب تطعيمها على أصول مزروعة في مناطق منعزلة) او تعفير البذور ضد الامراض وعادة تزرع الادخالات بصورة معزولة في السنة الاولى داخل البيوت الزجاجية .

٦ . المحافظة على الاصول الوراثية :

عادة هناك صعوبة أكبر في الاحتفاظ بالادخالات أكثر من الصعوبة في احضارها . عندما تكون الكميات صغيرة يقوم مربي النبات بالاحتفاظ بها في حدائق نباتية للمحافظة عليها بصورة حية . ولكن وجود الالآف من العينات يتطلب وجود هيئات متخصصة تقوم بالمحافظة على المجموعة وزراعتها من حين لآخر بهدف الحفاظ على حيويتها . مثل هذه الهيئات مشكلة في البلدان المتقدمة في هذا المجال مثل الاتحاد السوفياتي ، وفرنسا ، وايطاليا ، والولايات المتحدة الامريكية ، واليابان .

جدول ٩ – ٣ : إستمارة تسجيل المعلومات عن مكان الجمع والمجتمع النباتي ومواصفات الطبوغرافية والتربة .

PLANT GENETIC RESOURCES DIVISION, BOTANY DIRECTORATE
ABU GHRAIB, IRAQ

COLLECTION RECORD

ACCESSION NUMBER I Q

EXPEDITION | TEAM | DATE | SITE | SAMPLE | FIELD NO.

FAMILY | GENUS | SPECIES AND/OR LOCAL NAME

SUMM/WINT | SOWN EML | HARV. EML | WILD/CULT. | IRR/DRY | SEED | VEG. P. | HERB. | PHOTO

SITE DATA

PROVINCE ______ VILLAGE NAME ______ KM READING ______

PRECISE LOCALITY ______

MAP SHEET | LATITUDE N S | LONGITUDE N S | ALTITUDE | ASPECT | SLOPE

SOURCE

EAR — FIELD — THRESHING PLACE — FARM STORAGE — EXPERIMENTAL STATION — SEED — OTHERS

SAMPLE SIZE

SINGLE PLANT — SMALL POPULATION — LARGE POPULATION

PLANT COMMUNITY

IMMEDIATE AREA ______

ADJACENT AREA ______

PATHOGENS AND PESTS ______

OPTIONAL SITE DATA

TOPOGRAPHY

LANDFORM
0 - swamp
1 - food plain
2 - plain, level
3 - undulating
4 - rolling
5 - hilly
6 - hilly dissected
7 - steeply dissected
8 - mountainous
9 - other

SITE
0 - level
1 - summit
2 - escarpment
3 - rounded summit
4 - upper slope
5 - mid slope
6 - terrace/cult. terr.
7 - lower slope
8 - open depression
9 - closed depression

DISTURBANCE FACTORS

GUIDE: 0 - none; 1 - marginal; 2 - low; 3 - medium; 4 - intense

Cultivation — Irrigation — Fertility — Erosion
Biotic — Fire — Engineering — Other

SOIL DESCRIPTION

TEXTURE
1 - sand
2 - silt
3 - clay
4 - sand - silt
5 - sand - clay
6 - silt - clay
7 - loam
8 - highly organic

STONINESS
0 - none
1 - tillage unaffected
2 - tillage affected
3 - tillage difficult
4 - tillage impossible
5 - essentially paved

DEPTH
1 < plow depth
2 > plow depth
3 ≫ plow depth
4 = very deep

DRAINAGE
1 - imperfect
2 - moderate
3 - well drained
4 - excessive

pH
1 - very low (< 4.0)
2 - low (4.0 - 6.7)
3 - medium (6.8 - 7.5)
4 - high (7.6 - 8.5)
5 - very high (> 8.6)

SALINITY
0 - none
1 - low
2 - medium
3 - high

H Cl. REACTION
0 - none
1 - effervescent
2 - $CaCO_3$ visible

COLOUR (MOIST RUBBED)

FOR ADDITIONAL INFORMATION USE REVERSE SIDE

جدول ٩ – ٤ : إستمارة تسجيل المصادر الوراثية .

PLANT GENETIC RESOURCES DIVISION, BOTANY DIRECTORATE
ABU GHRAIB, IRAQ

ACCESSION RECORD LIST

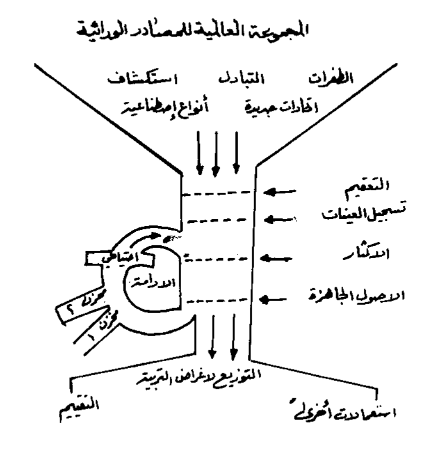
ACCESSIONS :

SITE NUMBER	FIELD NUMBER	ACCESSION NUMBER	QUAN. (g)	SPECIES	REMARKS
		IQ			
		IQ			
		IQ			
		IQ			
		IQ			
		IQ			
		IQ			
		IQ			
		IQ			
		IQ			
		IQ			
		IQ			
		IQ			
		IQ			
		IQ			
		IQ			
		IQ			
		IQ			
		IQ			
		IQ			
		IQ			
		IQ			
		IQ			
		IQ			
		IQ			

رقم الحقل	الاسم العلمي
الاسم المحلي	
بيانات عن موقع الجمع	
. . . .	
الوصف النباتي	
ملاحظات	بري
. . . .	مزروع
القائم بالجمع	التاريخ

شكل ٩ – ٢ . نموذج لبطاقة تسجيل المدخل النباتي تحتوي على البيانات المجموعة عن النبات واسمه العلمي والمحلي وموقع الجمع والوصف النباتي .

في الولايات المتحدة الامريكية يخدم مختبر الاصول الوراثية التابع لوزارة الزراعة الامريكية والذي يقع في مدينة Beltsville ولاية ماريلاند كواجهة لادخال وتوثيق والتوزيع المبدئي وتبادل الاصول الوراثية كما في الشكل ٣. تقوم هذه المؤسسة بحفظ ٨٥,٠٠٠ أصل للحبوب الصغيرة منها و ٣٥,٠٠٠ للحنطة ، و ٢٢,٥٠٠ للشعير و ١,٦٠٠ للشيلم والقمح الشيلمي ، و ١٠,٠٠٠ للرز و ١٧,٠٠٠ للشوفان . عادة تزرع هذه الاصول دوريا للمحافظة على حيويتها لتلبية متطلبات مربي النبات او العالم الوراثي (شكل ٩ – ٣).



شكل ٩ – ٣ نظام إدارة المجموعة العالمية للمصادر الوراثية لوزارة الزراعة الامريكية.

هناك مركز رئيس آخر في Fort Collins في ولاية كولورادو Colorado وهو المختبر الوطني لخزن البذور الذي بدأ العمل فيه عام ١٩٥٨ . الهدف من انشاء المختبر هو خزن جميع المواد المخزونة بشكل يحافظ على حيويتها. تحت ظروف درجات حرارة ورطوبة مناسبة . ويحتفظ المختبر الآن بحوالي ١١٠,٠٠٠ عينة .

تشمل مشاكل الخزن على النقاط الآتية :

١ . انخفاض الحيوية بمرور الزمن.
٢ . حصول تغيرات وراثية اثناء الخزن.
٣ . مشاكل الاكثار والمحافظة على الحيوية.

على الرغم من ان بعض الاصول يمكن حفظ بذورها لعدة سنوات ولكن بعضها يحتاج زراعتها سنويا للمحافظة عليها .

وتجرى الابحاث عن انظمة الخزن في النتروجين السائل لغرض اطالة عمر البذور.

أشار Frankel (1973) الى قائمة بمراكز الخزن في العالم . ولتركيز الاهتمام في حفظ المصادر الوراثية النباتية تم تأسيس المكتب الدولي للمصادر النباتية الوراثية . International Board of Plant Genetic Resources (IBPGA) عام ١٩٧٣ والذي يقع في روما (ايطاليا) والذي يمول من قبل مجموعة من المنظمات الزراعية الدولية .

٧ . التوزيع وأنظمة المعلومات :

لغرض الحصول على أفضل الخدمات يجب توفر الجينات للاستعمال من قبل أكبر عدد من العلماء . في الولايات المتحدة يوزع مايقرب من ١٩٠,٠٠٠ عينة سنويا بناء على طلبات مربي النبات الذين يبحثون اما عن صفة معينة او لتقويم التباين الوراثي لجزء من المجموعة العالمية . ويتم تبادل المعلومات المحصل عليها من قبل المربي والتي تُعاد الى مركز المجموعة العالمية . في العراق ، وفي عام ١٩٨١ تم تقويم لـ ١٢٠ سلالة من الحنطة العراقية المجموعة من قبل مديرية النبات التابعة لوزارة الزراعة والاصلاح الزراعي آنذاك في جامعة الموصل / كلية الزراعة والغابات ثم أعيدت المعلومات المحصل عليها الى تلك الدائرة (العذارى ، تقرير غير منشور) .

ان الحصول على نظام معين لتسجيل المعلومات عن الاصول الوراثية مهم جدا لمربي النبات . وقد اقترح Hersh و Rogers (١٩٧٥) نظاما يعتمد على الحاسوب بتسجيل

البيانات وتداولها بين مختلف مربي النبات من ناحية توحيد تصنيف الاصول الوراثية والاستخدام العملي لها من قبل مربي النبات.

تعمل منظمات دولية مثل المركز الدولي لتحسين الذرة الصفراء والحنطة (CIMMYT) في المكسيك، والمركز الدولي لابحاث المحاصيل في المناطق الاستوائية شبه الجافة (ICRTSAT) في الهند والمركز الدولي لابحاث المناطق الجافة (ICARDA) والمركز العربي لدراسات المناطق الجافة (ICSAD) في سوريا والمركز الدولي لابحاث الرز في الفلبين (IRRI) والمركز الدولي للزراعة الاستوائية (CIAT) في كولومبيا. تقوم هذه المراكز في تجميع عدد معين من الأصول الوراثية بشكل مجاميع لأغراض مختلفة ويتم توزيعها على مربي المحصول الذين يطلبونها في أنحاء العالم المختلفة. ويتم استعمال هذه الأصول في برامج التهجينات مع الاصناف المحلية من خلال برامج التهجينات الواسعة ويتم توزيع الأجيال الانعزالية ايضا. وقد تمت الاستفادة من هذه البرامج في العراق لغرض تحسين الصنف المحلي صابربيك من خلال برنامج استمر طوال عشر سنوات تم من خلاله الحصول على سلالات محسنة تتفوق في الحاصل والمقاومة للأمراض.

ملخص :

من الضروري جدا المحافظة على الجينات بهدف استعمالها في الوقت الحالي او في يوم ما في المستقبل. وقد أثبتت قيمة هذا الحفظ من خلال ادخال أصناف من الحنطة الناجحة في القطر والتي تكون مقاومة لبعض الأمراض خصوصا صدأ الأوراق. وقد أثبتت عينات المحاصيل المجموعة من مختلف انحاء العالم في الحصول على صفات اقتصادية مهمة جدا خصوصا صفات المقاومة للامراض وارتفاع النبات في مختلف انحاء العالم والذي يسد نفقات البعثات الاستكشافية المرسلة لغرض جمع هذه العينات

References مصادر الفصل التاسع

Adary, A.H. 1978. Genetic variation in durum Landraces and its use in durum wheat improvement. ph.D. dessertation, University of California at Davis. U.S.A.

Annonymous— 1981. Plant Genetic Resources Newsletter— No. 47. FAO, Rome.

Briggs, F.N. and P.N. and P.F. knowles. 1967. Introduction to plant Breeding. Reinhold publishing corporation. U.S.A.

Creech, R.G. and L.P. Reitz. 1971. plant Germplasm now and for tomorrow— Adv. Agron. 23: 1— 49.

Frankel, OH. and E. Bennett (eds). 1970. Genetic Resources in plants, their exploration and conservation. International Biological Programme. Hondbook No. 11. Blackwell Scientific Oxford.

Frankel, O.H. and J.G. Hawkes (eds). 1975. IBP Programm 2. Genetic resources for today and tomorrow. Cambridge Univ. Press. Canmbridge. U.K.

Harlan, J.R. 1971. Agricultural Origins; Centers and non centers. Science 174: 468— 474.

Harlan, J.R. 1975. Crops and Man. Am. Soc. Agron. and Crop Sci. Soc. Am. Madison, Wisc. U.S.A.

Hersh, G.N., and D.J. Rogers— 1975. Documentation and information requirements for genetic resources application. pp 407— 446. In. O.H. Frankel and J.G. Hawks (eds). Crop genetic resources for today and tomorrow. IBP. No.2. Cambridge Univ Press Cambridge, U.K.

Poehlman, J.M. 1983. Breeding Field Crops. 2nd. ed. AVI. Publishing Co, INC Westport, Connecticut U.S.A. 103— 113.

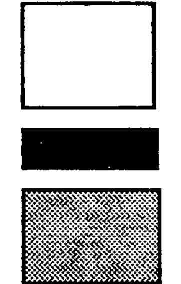
Reitz, L.P. 1976. Improving germplasm resource. pp 85— 97. In F.L. Patterson (ed.). Agronomic Research for Food. Am. Soc. Agron. Special pub. 26. U.S.A.

Seigler, D.S. (ed.). 1977. Crop Resources. Academic Press, INC. New York. U.S.A.

Welsh, J.R. 1981. Fundamentals of plant genetics and Breeding. John Wiley and sons. New York. pp 101— 115.

الفصل العاشر

الانتخاب والتهجين في المحاصيل ذاتية الاخصاب



الفصل العاشر
الانتخاب والتهجين في المحاصيل ذاتية الاخصاب

١. الانتخاب

مقدمة :

كهربوف

نعني بالانتخاب اختيار واكثار نبات أو مجموعة من النباتات ذات تركيب وراثي وصفات مرغوب فيها من عشيرة نباتية غير متجانسة من ناحية التركيب الوراثي . وسنتناول شكلين من الانتخاب :

(١) الانتخاب الاجمالي mass selection و (٢) الانتخاب الفردي Individual plant selection .

الانتخاب الأجمالي :

يعد الانتخاب الاجمالي في المجتمعات غير المتجانسة وراثيا من أقدم طرق تحسين المحاصيل الذاتية الاخصاب . فقد كان المزارعون يقومون بانتخاب النباتات أو البذور المرغوب فيها من المجتمع المحلي غير المتجانس واستخدامها لزراعة المحصول التالي . وقد أدى استخدام هذه الطريقة الى ظهور تغايرات واسعة بين اصناف المحاصيل المحلية Landraces عبر الزمن خصوصا في مناطق الشرق الأوسط والهند والصين في محاصيل الحنطة والشعير والرز.

وفي الوقت الحاضر يستخدم مربو النبات هذه الطريقة لزيادة تكرار التراكيب الوراثية المرغوب فيها عند التربية الداخلية للمجتمعات المستنبطة عن طريق التهجين او استخدام المطفرات الاصطناعية .

في بداية القرن التاسع عشر كان الانتخاب الاجمالي أحد الطرق الرئيسة لتحسين المحصول . حيث يتم انتخاب افراد من صنف غير متجانس أو من مجتمع انعزالي ناتج عن الهجين الاصطناعي . تدرس النباتات المنتخبة سوية وتزرع بشكل اجمالي في الموسم التالي . ويجب ان نذكر أنه في السنوات الأولى لتربية النبات لم تكن الأسس الوراثية التي استنبطها مندل معروفة كذلك نظرية السلالة النقية التي عرفها Johannsen . فقد كان مربو النبات ينتجون أصنافاً غير متجانسة لعدد من الصفات دون معرفة التكوين الوراثي للمواد التي يعملون عليها او النتائج الوراثية المترتبة على الانتخاب .

استخدامات الانتخاب الأجمالي :

يستخدم الانتخاب الأجمالي لغرض استنباط الأصناف في المحاصيل الذاتية الاخصاب ويرمي تحقيق عملين : (آ) انتخاب الأفراد و (ب) أخذ عينة من بذور النباتات المنتخبة . ويمكن اجراء الانتخابات وأخذ العينات في الوقت نفسه أو تكون عمليتين منفصلتين .

من الأمثلة على الأمثلة الانتخاب الاجمالي والصفات التي نتجت من أجلها . في الشعير الأسود الديمي قام بها التميمي وجماعته (Tamimi, 1975, *et al.*) بانتخاب الشعير موصل ٧٢ المتفوقة على حاصل الشعير الأسود المحلي بنسبة ٢٨ ٪ . أو الانتخاب لارتفاع النبات في الشوفان فقد أورد Romers (1966) و Frey أنه بعد تنمية مجتمع من النباتات في الحقل واكتمال تزهير جميع النباتات قاموا بتقصير النباتات الى الارتفاع المطلوب لأحد الأصناف ذات الارتفاع المرغوب فيه (صنف Cherokee) . أدى التقصير الى ازالة عناقيد النباتات الطويلة جدا وجزئيا بالنسبة للنباتات الأخرى الأقل ارتفاعا ولم يؤثر في عناقيد النباتات القصيرة . ولازالة النباتات القصيرة جداً تم حصاد النباتات لأعلى ١٠ سم من النباتات المقصرة عند النضج حيث تم تجفيفها ودراستها معا . حصلوا على ٢٣ كغم من البذور . استعمل ٣ كغم لزراعة الجيل الثاني ووضع ١ كغم في المخزن البارد واهمال البذور المتبقية .

وهناك أمثلة اخرى عن الأنتخاب الاجمالي للنضج ، حجم البذور وتكون البذور في فول الصويا ، والانتخاب الاجمالي لمقاومة ظروف التربة الكلسية .

الطريقة العامة للانتخاب الاجمالي :

لايجاد صنف جديد بطريقة الانتخاب الاجمالي تتبع الخطوات الآتية :

السنة الاولى : جمع بذور عدد من النباتات المنتخبة والتي يدل شكلها الظاهري على أنها متماثلة وممتازة بالنسبة للصفات المرغوبة. تخلط البذور وتستعمل كبذور في زراعة محصول العام التالي.

السنة الثانية : اجراء مقارنة صفات ومحصول النباتات الناتجة من البذور المنتخبة بصفات ومحصول النباتات الأصلية للصنف الأبوي وغيره من الاصناف المتوفرة. تحصد النباتات المتفوقة سوية وتستعمل كتقاوي للموسم التالي.

السنة الثالثة الى السادسة : تكرار تجارب مقارنة الحاصل لغرض التأكد من تفوق صفات الصنف المنتخب على الاصناف المحلية.

السنة السابعة : أكثار بذور الصنف بتوطئة توزيعه ونشره على المزارعين.

النواحي الوراثية في الطريقة :

يتوقف نجاح الانتخاب الاجمالي في ايجاد صنف جديد ممتاز على التركيب الوراثي لنباتات الصنف الذي أجرى فيه الانتخاب. فاذا كان الصنف غير النقي ويحتوي على عدد كبير من التراكيب الوراثية المتباينة في قدرتها الانتاجية فان استعمال الطريقة سيؤدي الى انتخاب بعض السلالات الممتازة. حيث أن الانتخاب الاجمالي الفعال في النباتات الذاتية الاخصاب سيؤدي الى الحصول على نباتات مرغوب فيها لايمكن الحصول عليها بالتربية الداخلية دون الانتخاب. يعتمد تأثير الانتخاب على درجة توريث الصفة heritability للنبات أو البذرة في البيئة التي يزرع فيها المحصول. وان أي عامل يزيد من الاختلافات بين التراكيب الوراثية او يخفض من الاختلافات الوراثية سيزيد من درجة التوريث وبالتالي مدى تأثير الانتخاب الاجمالي. فعلى سبيل المثال فان الانتخاب الاجمالي للمقاومة للأمراض يكون أكثر فعالية عند توفر اصابة متجانسة بالمسبب المرضي.

عادة تختلف النتائج الوراثية للانتخاب الأجمالي في النباتات الذاتية الاخصاب عنها في الخلطية الاخصاب. ففي المحاصيل الذاتية الاخصاب يتناقص تكرار الأفراد الخليطة في كل جيل من أجيال التربية الداخلية وفي الوقت نفسه تزداد نسبة الأفراد الأصيلة بغض النظر عن مدى تأثير الانتخاب. أما في المحاصيل الخلطية الاخصاب فيعتمد تكرار الأفراد الخليطة على التكرار الأليلي، وان نسب التراكيب الوراثية الاصيلة والخليطة في المجتمع

التوريث بالمعنى الواسع:-

$$H^2 = \frac{\sigma^2 G}{\sigma^2 P} \times 100$$

لن تتغير مالم يكن الانتخاب مؤثرا في تغيير التكرار الأليلي الذي يسيطر على الصفة المدروسة.

الانتخاب الاجمالي وتنقية الأصناف:

نظرا لكون أغلب الاصناف المستعملة حاليا في العالم على درجة عالية من الأصالة والنقاوة فان بالامكان استعمال الانتخاب الأجمالي في المحافظة على النقاوة في الأصناف الذاتية الاخصاب ويشمل ذلك اجراء عملية ازالة الشوارد roguing من الحقل أو ازالة البذور الغريبة من العينة وتكون الطريقة في الحنطة أو الشعير على وفق الآتي:

١. انتخاب ٢٠٠ نبات أو سنبلة ممثلة للصنف الأصلي.
٢. زراعة كل نبات أو سنبلة في سطر منفرد. تستبعد السطور غير الممثلة للصنف وذلك باتلافها قبل التزهير.
٣. تحصد السطور المتبقية معا لتكون النواة الجديدة للصنف الأصلي.
٤. قد تعاد العملية للمحافظة على ميزات الصنف.

عادة لاتختلف السلالة الجديدة عن الصنف الأصلي في الأقلمة والآداء وتكون متفوقة في الحاصل.

فوائد ونواقص الانتخاب الاجمالي:

الانتخاب الاجمالي في المحاصيل الذاتية الاخصاب طريقة سريعة ورخيصة لزيادة تكرار التراكيب الوراثية المرغوب فيها في المجتمع خلال التربية الداخلية. أما المآخذ على الطريقة فتتلخص:

١) الانتخاب الاجمالي يستعمل في البيئات التي تظهر فيها الصفة بشكل كامل ولهذا لايمكن استعمال الطريقة في الفصول غير الملائمة او البيت الزجاجي حيث يتأثر ظهور الصفات.

٢) يعتمد تأثير الانتخاب الاجمالي على درجة التوريث للصفة على أساس النبات أو البذور وبذلك تكون فائدته محدودة في الصفات ذات درجة التوريث الواطئة.

٣) لايمكن معرفة ان كانت النباتات المنتخبة بشكل اجمالي أصيلة أو هجينة. وحيث ان النباتات الهجينة تميل الى الانعزال في الجيل التالي لذلك يجب اعادة الانتخاب المظهري.

انتخاب السلالة النقية : Pure line Selection

يقصد بالسلالة النقية النسل المنحدر من التلقيح الذاتي لنبات مفرد أصيل. عادة يكون الصنف المستنبط عن طريق السلالة النقية اكثر تجانسا من الصنف المستنبط عن طريق الانتخاب الأجمالي وذلك لكون جميع النباتات ذات تركيب وراثي واحد على افتراض ان النبات الأصلي نقي في جميع مواقعه الجينية. وقد استعملت هذه الطريقة بنجاح في تحسين بعض المحاصيل في القرن التاسع عشر قبل اكتشاف أساسها العلمي الذي عرف فيما بعد بنظرية السلالة النقية Pure-line theory . وقد أثبت Johannsen وهو عالم نبات دانمركي وهو الذي استنبط النظرية عام ١٩٠٣ من دراسة الانتخاب في عينة خليطة من الفاصوليا، ان التباين الملاحظ بين نباتات احدى السلالات النقية هو تباين بيئي لا يورث وعلى أساس ذلك فان الانتخاب داخل السلالة النقية أو داخل الصنف الناتج عن سلالة نقية يعد عديم القيمة ولن يؤدي الى تحسين اية صفة من الصفات المدروسة. اما اذا كان الصنف الذي يجرى فيه الانتخاب الفردي عبارة عن خليط من السلالات النقية بعضها ممتاز والبعض الآخر رديء فان مما لاشك فيه أن انتخاب تركيب وراثي ممتاز يؤدي الى تحسين الصفة المنتخبة، وهذا ماحصل عليه Johannsen حيث كان الصنف الأصلي خليطا لعدد من التراكيب الوراثية بالنسبة لوزن البذور وبذلك فصل الصنف الاصلي الى عدد من التراكيب الوراثية بالنسبة الى حجم البذرة :

الخطوات الأساسية للطريقة :

١. انتخاب بضعة مئات من النباتات الممتازة من أحد الأصناف الخلية.
٢. زراعة بذور كل نبات في سطر مفرد في الأجيال التالية، وتنتخب السطور المتفوقة في الصفات الاقتصادية وتهمل بقية السطور.
٣. اجراء تجارب مقارنة الحاصل والصفات الاخرى للسلالات النقية وباستخدام الصنف الأصلي والأصناف التجارية للمقارنة.
٤. اكثار أفضل السلالات وتوزيعها على الزراع.

مثال :

الصنف صابربيك صنف من الحنطة الناعمة ويزرع على نطاق واسع في منطقة الجزيرة من شمال العراق. وهو صنف محلي خليط من عدد من التراكيب الوراثية. وقد تم عزل حوالي ١٤ سلالة نقية منه باستخدام طريقة السلالة النقية وجد أن بعضاً منها مثل

السلالات SB_{13} و SB_{14} متوفقة في حاصلها على الصنف الأصلي والصنف المكسيكي نورى ٧٠ (Adary, 1985).

وقد أشار (Poehlman, 1983) الى أن الاهتمام ولسنوات عديدة قد انصب على استنباط الأصناف النقية وهي على درجة عالية من التجانس في المظهر والآداء. وهذا يبدو واضحاً جداً في الأصناف الداخلة الى العراق مثل مكسيباك ، نورى ٧٠ ، أبو غريب ٣ وغيرها. في بعض الأحيان يكون هذا الاتجاه غير مرغوب فيه في استنباط الأصناف. حيث أن زراعة هذه الأصناف وعلى نطاق واسع تجعلها عرضة للاصابة بكائنات مرضية على درجة عالية من التخصص. وقد أقترح ادخال بعض التغاير على الأصناف للاسباب التالية :

(١) الصنف المتغاير يكون أكثر قابلية على التأقلم في عدة أشكال من البيئات.

(٢) انتاجيته أكثر استقراراً عند تغاير الظروف الموسمية كالأمطار أو تغاير درجات الحرارة.

(٣) يوفر حماية أوسع ضد الأمراض.

أما الاعتراضات على الأصناف المتباينة وراثياً والخليطة فأنه يستند على أنها :

(١) أقل جذباً للاستعمال مقارنة بالأصناف المتجانسة.

(٢) من الصعوبة تميزها خصوصاً في برنامج اعتماد الصنف .

(٣) أقل حاصلاً من افضل التراكيب الوراثية ضمن الخليط.

تربية المحاصيل الذاتية الاخصاب عن طريق التهجين Hybridization

مقدمة :

في طريقة التربية عن طريق التهجين Hybridization في المحاصيل الذاتية الاخصاب يتم التهجين بين الاصناف بهدف الجمع بين الصفات المرغوب فيها للآباء في النسل الانعزالي. عادة تكثر السلالات من النباتات المنتخبة وتختبر من ناحية امتلاكها توافقات جيدة للصفات الأبوية. أتبعت الطريقة في مطلع القرن التاسع عشر عند شعور الكثير من مربي النبات باستنزاف جميع امكانيات تحسين المحاصيل الحبوبية عن طريق الانتخاب والادخال فضلاً عن ذلك فان اعادة اكتشاف قوانين مندل في الوراثة قد أثارت الاهتمام بطرق التهجين. لذا عم استعمال هذه الطريقة لزيادة التباين الوراثي ومن ثم الانتخاب. وخلال الخمسين سنة الأولى من هذا القرن أصبح الهجين المصدر الأولي

للحصول على الأصناف الجديدة في المحاصيل الذاتية التلقيح . في عام ١٩١٩ استنبطت (٤) أصناف من أصل (١٢) صنفاً عن طريق التهجينات اما في عام ١٩٥٩ فقد استنبط (١٤) صنفاً من أصل (١٦) صنفاً عن طريق التهجين في الولايات المتحدة الأمريكية .

الخطوات الأساسية في اتباع طرق التهجين :

يعتمد نجاح عملية التربية من خلال التهجين من ملاحظة النقاط التالية :
(أ) تحديد الهدف من التربية بدقة .
(ب) اختيار الآباء .
(جـ) استخدام الطرق المناسبة للهجين.
(د) اجراء عمليات الانتخاب والسجلات بصورة ملائمة .

أ- تحديد الأهداف :

يعد تحديد الهدف من اتباع طريقة التهجين في التربية من العناصر المهمة جداً في برامج التربية الحديثة على الرغم من حصول بعض النجاح من التهجينات العشوائية . ولتحقيق ذلك ينبغي ملاحظة النقاط الآتية :

(١) دراسة الصنف المنوي تحسينه عن قرب للتعرف على نقاط الضعف التي تحدد الانتاجية او تحد من قبول المستهلك لها .
(٢) من المفضل المحافظة على أغلب الصفات المرغوب فيها للأصناف الناجحة في المنطقة . لذلك فان الاهداف تتحدد بتحسين الأصناف الموجودة باحدى او بعدد قليل من الصفات مثل التحسين للمقاومة لصدأ الورقة أو السبتوريا في حنطة الصابربيك ، تقصير الساق وزيادة قوته لتحسين المقاومة للاضطجاع بهدف زيادة استخدام الأسمدة النتروجينية أو تحسين الانتاجية ، بالنسبة للحاصل فمشاكله معقدة من حيث انخفاض درجة توريث الصفة والأقلمة للظروف الواسعة .

ب- اختيار الآباء لغرض التهجين :

الصنف المزمع انتاجه يخطط له أن يحل محل الصنف المستخدم حالياً لذلك فمن المنطقي ان يكون الصنف المستخدم حالياً هو أحد الآباء . وفي أية حالة يجب اختيار الصنف

على أساس قابليته المؤكدة في المنطقة المنوى استعماله فيها. أما الأب الثاني فيجب اختياره كأساس مكمل للصنف الأول بالنسبة للصفة المطلوب تحسينها وعلى هذا الأساس يجب ان يكون متميزاً بالنسبة للصفة المطلوبة. قد نحتاج أحياناً الى أب ثالث أو رابع لغرض الحصول على الصفة المطلوبة أو التوافقات المرغوب فيها. وهذا متبع حالياً في برامج التربية الكبيرة حيث يتم الحصول على الهجن الثلاثية (A X B) X C) أو المزدوجة (A X B) (C X D). على العموم فان هذا الاتجاه يزيد من التباين الوراثي ويزيد من صعوبة ادارة الأجيال الانعزالية. ومن المفضل اجراء عملية التحسين بخطوتين أو أكثر.

يفضل ايضاً البحث في المصادر عن أسماء الأصناف التي تكون قد استعملت من قبل مربين آخرين. ويمكن الاستعانة بقوائم الأصناف من مربي نبات آخرين أو من منظمة الغذاء والزراعة الدولية F A O. وقد يكون من الصعوبة ايجاد الصفة في الأب الثاني خصوصاً المقاومة للحشرات والأمراض والذي يتطلب الغربلة لمجاميع كبيرة من الأصناف لايجاد مصدر للمقاومة. وعلى العموم يمكن الحصول على المصادر الوراثية اللازمة من الاتصالات مع بنوك الجينات أو برامج التربية الدولية مثلاً بالنسبة للحنطة والشعير والقمح الشيلي يمكن الحصول على مواد التربية من المركز الدولي لتحسين الحنطة والذرة الصفراء في المكسيك أو من المركز الدولي لابحاث المناطق الجافة - حلب - سوريا. وبالنسبة للرز من المركز الدولي لابحاث الرز في الفلبين.

أحياناً قد يكون الهدف هو تحسين صفة الحاصل دون تعديل صفة معينة. في هذه الحالة يختار الصنف الآخر دون معرفة أنه سيكمل الصنف الأول اولاً. أو اختيار صنف ثانٍ ذي انتاجية عالية من منطقة أقلمة الصنف الاول نفسها. حيث يحتمل ان يكون لكلا الصنفين العديد من الجينات المشتركة خصوصاً في المناطق المتطورة في التربية للحاصل من فترة طويلة. ان اختيار الأب الآخر من مناطق مختلفة في الأقلمة يهدف الى جمع الجينات ذات التأثير الكبير major gene من المناطق المختلفة وتركيزها في صنف معين.

يستند اختيار الآباء المؤثر في درجة توريث الصفات ومقدار التباين الوراثي بين الآباء. فاذا كانت الصفة ذات درجة توريث عالية فان بالامكان تمييز التراكيب الوراثية المرغوب فيها بسهولة. اما اذا كانت درجة التوريث واطئة للصفة فأنه يجعل من مشاركة الأب الجيد صعبة جداً. كذلك اذا كان للآباء التركيبة الوراثية نفسها أي لايوجد تباين وراثي فأنه لايمكن توقع أي تقدمٍ من عملية التهجين. يمكن التغلب على هذه المشكلة

باستخدام عددٍ أكبر من الآباء كما ذكرنا سابقاً في برنامج التهجين حتى ولو كان لهم المظهر نفسه. وفي هذه الحالة يأمل المربي في الحصول على انعزال تفوقي (Welsh, 1981) transgressive segregation.

جـ - اجراء التهجينات والحصول على الأجيال الاولى :

تستغرق عملية التهجين بين الأصناف أقل وقت مقارنة بالوقت الذي تستغرقه مراحل برنامج التربية التالية. وهي عملية بسيطة تتضمن تحويل أحد الأبوين الى انثى وذلك بأزالة الأعضاء الذكرية بعملية الاخصاء Emasculation للزهرة ثم اجراء عملية التلقيح Pollination نقل حبوب اللقاح من زهرة الأب الذكر الى الزهرة المخصية. يجب تعديل مواعيد ازهار الآباء لتتوافق اثناء عملية التزهير. نحتاج عادة الى عدد قليل من البذور الهجينة (في الحنطة ٢٥ - ٥٠ بذرة) ويجب العناية بأخذ المعلومات عن كل أب خصوصاً في الدراسات الوراثية. تتضمن عملية الاخصاء ازالة المتوك بالملقط أو بعملية المص ان كانت صغيرة (في الرز أو الذرة البيضاء) أو استعمال الماء الحار أو البارد ان كانت المتوك حساسة لدرجات الحرارة بشكل تختلف عن المدقة. عادة من السهولة ازالة المتوك عند وصولها الى مرحلة النضج. ويجب تحاشي جرح الاعضاء الزهرية خصوصاً في البقوليات. ويجب استعمال أدوات اخصاء معقمة خالية من حبوب اللقاح باستعمال الحرارة او الكحول. تهمل الازهار التي انتجت حبوب لقاح ويجب اجراء عملية الاخصاء في مرحلة التطور الزهري نفسها واجراء التلقيح في المرحلة نفسها. عادة تغطى الأزهار المخصية لمنع التلقيح الخلطي بكيس كلاسين glassine bage كما في الحنطة أو استعمال مواد مسامية مثل الكلينكس عند ارتفاع درجات الحرارة (كما في الشعير) والتي تزيد من الرطوبة داخل الكيس. توضع علامة على النبات يكتب عليها الآباء وتاريخ الاخصاء، (راجع Bahanderi, 1979 للمزيد من التفاصيل.

احياناً تستغرق عملية التهجين وقتاً لذلك يدخل مربي النبات احياناً جينات العقم الذكري لتشجيع التهجين الطبيعي خصوصاً في الشعير وفي وقت اجراء الانتخاب تزال جينات العقم الذكري. ويعود المحصول الى حالة التلقيح الذاتي.

التلقيح لانتاج الجيل الأول :

وهذه عملية نقل لحبوب اللقاح من متك ناضج مكسور الى ميسم الزهرة المخصية. قد تستعمل فرشة أو أبرة تشريح مطروقة في عملية النقل أو خض زهرة ذكرية كاملة فوق الزهرة المخصية. اذا كانت الزهرة الذكرية معرضة لزيارة الحشرات فيجب تغليفها بكيس

ورقي. تجرى العملية في الحنطة بعد ١ – ٣ أيام من الاخصاء وتختلف هذه الفترة باختلاف نوع المحصول. يجب اجراء تجارب حول أفضل موعد في المناطق المختلفة. بعد التلقيح بحوالي ٥ – ٧ أيام يتم التأكد من حصول الاخصاب وتكوين البذور بفتح الكيس وفحص البذور المتكونة على السنابل ثم تترك حتى النضج والحصاد لتعطي بذور الجيل الأول F_1. وفي الفصل القادم سيتم تناولها. تناول الطرق المستخدمة لادارة المجتمع النباتي في الجيل الثاني F_2 والأجيال اللاحقة وصولاً الى مرحلة اطلاق الصنف.

References

مصادر الفصل العاشر

Adary, A.H. 1985. Preliminary Studies on pure lines population isolated from the local Landrace Saberbeg wheat *(Triticum aestivum* L.) Zanco vol. 3 No. 4: 17–30.

Bhandari, M.M. 1979. Practicals in plant Breeding. 2nd ed Oxford and IBH. Publishing Co. New Delhi, India.

Fehr, R.W. 1987. Principles of cultivar Development Volum 1. Theory and Technique. Macmillan Publishing Company, New York. U.S.A.

Romero, G.E., and K.J. Frey. 1966. Mass Selection for Plant height in oat population. Crop Sci. 6: 283–287.

Poehlman, J.M. 1983. Breeding Field Crops. Avi publishing, INC. Westport, Connecticut. U.S.A. pp 120–121.

Tamimi, S.A., A.K.Al– Fakhry and G.M. Kassim. 1975. Yield improvement in a local barley variety by .mass selection. Mesopotamia. J. Agric. vol. 10 Nos. 1 and 2; 21–26.

Welsh, J.R. 1981. Fundamentals of plant Genetics and Breeding. John Wiley and Sons.

الفصل الحادي عشر
طريقة النسب
Pedigree Method

الفصل الحادي عشر

طريقة النسب

Pedigree Method

مقدمة :

كما يدل الاسم فان الطريقة تحتفظ بسجلات دقيقة عن سلالات الافراد أو السلالات الأبوية في كل جيل. وقد استعملت طريقة النسب منذ اعادة اكتشاف قوانين مندل. تتيح طريقة النسب في كل جيل الى تتبع الانتخابات الى التوافقات الأبوية ويسمح هذا النظام بالمقارنة بين المنتخبات في كل جيل. تؤخذ ملاحظات عن كل نبات أوعائلة بعد كل اكثار تشمل على قوة النمو، وموعد النضج والمقاومة للأمراض وغيرها. وفي الأجيال المتقدمة تسجل ملاحظات أولية عن الحاصل. توفر هذه المعلومات الأساس لاتخاذ قرار معين لاستبعاد سلالات معينة اثناء برامج التربية حتى يتم تقليص عدد محدود من السلالات في التقييم النهائي. تعطي المعلومات المسجلة من هذه الطريقة لمربي النبات الفرصة لاخذ أعلى عدد من العينات الناشئة من أصل متنوع. وكمثال عند انتخاب سلالتين ذواتي طاقة محصولية متماثلة ولكن من مصادر مختلفة. تتيح الطريقة لمربي النبات استعمال مهارته في الانتخاب ودراسة توارث بعض الصفات المهمة مما يوسع المعرفة الوارثية عن المحصول.

عند استعمال هذه الطريقة في المحاصيل الذاتية الاخصاب يضع المربي دائما في حسابه تغيير الهيكل للمجتمع النباتي الذي يتعامل معه. ومن النقاط المهمة الواجب مراعاتها في الطريقة :

١ . العمل في الحصول على أعلى طاقة كامنة من التهجين وذلك بالحصول على انعزالات واسعة في الجيل الثاني ويجب ان تكرر الصفات المنتخبة في الأجيال التالية بعد الجيل الثاني .

٢ . تتناقص نسبة الخلط سريعا في الأجيال التالية من الجيل الثاني الى الخامس حيث تتناقص الانعزالات ضمن هذه الأجيال . ويعني هذا الاهتمام المربي بصفات النبات المفرد في الأجيال الاولى وبصفات السلالة أو العائلة في الأجيال اللاحقة .

نظام التسمية والرموز:

عند استخدام طريقة النسب من المهم استخدام نظام معين. قبل استخدام الحاسوب تكتب المعلومات الأبوية وكما يلي [(الأب A × الأب B) × الأب C] × الأب D وهو هجين معقد ويعني أن الهجين الأول هو (B × A) وان الجيل الاول (F_1) أو بعضا من نسل الهجين (BXA) هجن مع الأب (C) وآخر هجين كان مع الأب (D) . وان الاستخدام المتكرر لاحد الآباء في التهجين الرجعي يكتب بشكل (AXB^3) يعني ثلاث جرع من الأب (B) . بعد ادخال الحاسوب غيرت الرموز الى لغة الحاسوب وكما يلي الهجين السابق نفسه .

((A × B) × C) × D

وفي التهجين الرجعي A × (B) 3

ولاعادة بناء توالي التوافق الأبوي احداث الآباء المستعملة يكون الى اليمين. لذلك يمكن خزن النسب واستعادته من الحاسوب(Lamcraft and Finla, 1973) .

تعرف اعداد المنتخبات مصدر الفرد المنتخب في كل جيل ، فعلى سبيل المثال نسب اثنين من المنتخبات من الهجين A ∓ B يمكن ان تكون كالآتي :

(A * B) / 1 / 7 / 3 / 5

(A * B) / 1 / 7 / 9 / 15

الخط المائل "/" يشير الى ان العدد التالي هو لتمييز المنتخبات . في هذا المثال يشير الرقم "1" الى رقم النبات واحد من الجيل الاول (F_1) ، والرقم "7" الى النبات السابع في الجيل الثاني (F_2) والرقم "3" أو "9" يشيران الى نباتات معينة أو سطورا في الجيل الثالث (F_3) و "5" و "15" فتشير الى مصدر الجيل الرابع ان كلا المنتخبين قد نشأ من نباتات

الجيل الاول والثاني نفسه ولكنها افترقا في الجيل الثالث (F_3). وقد وضع برنامج للحاسوب بحيث تعطي آليا نسب كل دورة من المادة المنتخبة. وفي حالات اخرى تجرى ذلك بدويا. على العموم وكما ذكرنا في طريقة النسب تستعمل السجلات بشكل واسع.

الخطوات العملية :

يبدأ الانتخاب المنسب بشكل عام من مجتمع الجيل الثاني (F_2) أو (S_0) ويستمر حتى يتم استنباط السلالات الأصيلة. الشكل (١١ - ١) يوضح طريقة النسب. يتم ممارسة الانتخاب من نباتات الجيل الثاني وفي الجيل التالي يتم انتخاب أفضل سلالات ($F_{2:3}$) ثم يتم انتخاب أفضل نباتات الجيل الثالث ضمن الخطوط المنتخبة. وفي الموسم التالي والأجيال اللاحقة من التربية الداخلية يتم التعرف على أفضل العوائل المرغوب فيها ثم تنتخب السلالات المرغوب فيها من ضمن العوائل المنتخبة وأخيرا يتم حصاد أفضل النباتات ضمن السلالات المنتخبة بشكل فردي. يطلق اسم العائلة Family على السلالات المشتقة من نباتات أنتخبت من نفس سطر النسل في الجيل السابق. وكمثال على طريقة النسب (Fehr, 1987) يتبع مايلي :

جيل التهجين : القيام بتهجين الصنف B X A والحصول على الجيل الأول.

الجيل الأول : F_1 تنمية ٥٠- ١٠٠ من نباتات الجيل الأول. قبل الحصاد يتم ازالة النباتات التي قد تكون نشأت عن طريقة التلقيح الذاتي.

الجيل الثاني : F_2 زراعة ٢٠٠٠- ٣٠٠٠ من نباتات الجيل الثاني ($F_{0:0}$) على مسافات مناسبة تسمح باجراء انتخاب للنباتات الفردية. يتم انتخاب النباتات المرغوب فيها المتفوقة والتي تجمع بين صفات الأبوين وتحصد بشكل فردي أي كل نبات منتخب يوضع في كيس منفصل.

شكل ١١ – ١ : طريقة النسب بعد الحصول على نباتات الجيل الأول F_1

الموسم	الطريقة
١	زراعة الجيل الثاني F_2 انتخاب النباتات الفردية
٢	زراعة كل نبات منتخب في سطر انتخاب أفضل السطور انتخاب أفضل نباتات F_3
٣	زراعة كل نبات منتخب في سطر انتخاب افضل العوائل انتخاب افضل السطور انتخاب أفضل نباتات F_4
٤	زراعة كل نبات في سطر انتخاب أفضل العوائل انتخاب أفضل السطور انتخاب أفضل نباتات F_5
٥	زراعة السطور المفردة انتخاب أفضل العوائل حصاد أفضل السطور اجماليا
٦	الاختبار الواسع للسلالات المشتقة من الجيل الخامس

عن : Fehr, 1987 ص 334 .

الجيل الثالث : F_3 زراعة سطور النسل $F_{3:3}$ أي زراعة كل نبات منتخب من الجيل السابق في سطر مفرد . تزرع البذور داخل السطر على مسافات أيضا بحيث يمكن تمييز النباتات بشكل واضح . يلقح ذاتياً عدد كافٍ من النباتات ضمن السطر لتأمين اجراء الانتخاب بين النباتات ضمن السطر ، تنتخب أفضل السطور ثم تلقح أفضل النباتات ذاتيا ضمن السطور المنتخبة . تحصد ٣- ٥ من أفضل النباتات ضمن السطور. عادة يحتفظ بحوالي ٥٠- ١٠٠ من العوائل في نهاية الجيل الثالث . ويجب المحافظة على رقم النبات والسطر.

الجيل الرابع الى الجيل السادس : F_4-F_6 زراعة نسل الجيل الرابع لكل نبات منتخب من الجيل الثالث (F_3: 4) في سطر. وتزرع نسل النباتات التي جاءت من السطر نفسه في الجيل السابق كعائلة في السطور المجاورة . يعاد الانتخاب من العوائل المتفوقة حتى يتم الحصول على التجانس . أي تنتخب أفضل العوائل ثم أفضل سطر داخل العائلة ثم أفضل نبات داخل السطر المنتخب . ان العدد الكلي من السلالات في نهاية هذه الفترة يختزل ويكون بين ٢٥- ٥٠ سلالة وهي تعطي نباتات الجيل السابع .

الجيل السابع : F_7 تزرع النباتات المنتخبة من الجيل السابق كل في سطر لتكون في مشتل للملاحظة Screening nursery (SN) ثم تحصد السطور المتجانسة بشكل اجمالي .

الجيل الثامن : F_8 ادخال المنتخبات في تجربة مقارنة الحاصل الابتدائية Preliminary yield test

الجيل التاسع - الجيل الثاني عشر: F_9-F_{12} يتم اختبار السلالات المتبقية في حاصلها مقارنة بأفضل الأصناف التجارية ويتم ابقاء أفضل السلالات للاختبار في التجربة التالية .

وخلال مرحلة الاختبار تؤخذ ملاحظات عن الارتفاع ، مواعيد النضج ، المقاومة للامراض والحشرات ، النوعية وصفات اخرى . ان تنمية السلالات في تجارب الحاصل في مواقع متعددة سيساعد في تمييز السلالات ذات الأقلمة الواسعة . وفي نهاية فترة ثلاثة الى خمسة سنوات من الاختبار سيبقى عدد قليل من السلالات واذا ما كانت متفوقة على الصنف التجاري يتم اختبار سلالة واحدة للاكثار والتوزيع كصنف جديد .

الجيل الثالث عشر– الجيل الخامس عشر: $F_{13} - F_{15}$ اكثار البذور تمهيدا للتوزيع كصنف جديد. $F_{13} - F_{15}$.

عدد المنتخبات :

هناك عدد من العوامل التي تحدد عدد النباتات والسلالات والعوائل المنتخبة في كل جيل من طريقة النسب وهي :

١. المصادر المتوفرة :

في اي برنامج للتربية فان عدد التراكيب الوراثية التي يتم تقويمها يعتمد على توفر الوقت والعمالة والارض وغيرها. في طريقة النسب يجب تحديد العدد الكلي لسطور النسل التي يمكن تنميتها وعدد النباتات الفردية التي يمكن تقويمها في كل موسم ولجميع الاجيال الانتخابية. وكما في الشكل ١١– ١ الخطوط العامة والمستعملة للحصول على مجتمع جديد. وفي برنامج التربية الجاري فان كل خطوة من العملية تنفذ في نفس الموسم بمواد التربية التي تدخل البرنامج في كل سنة. في اي موسم يكون للمربي نباتات F_2 ، وسلالات $F_{2:3}$ و $F_{3:4}$ و $F_{4:5}$ وهكذا. ولهذا السبب يجب حساب المصادر المتوفرة للبرنامج باستخدام طريقة تسجيل النسب.

٢. مقدار التباين الوراثي المتوقع :

يوضح الجدول ١١– ١ التباين التجميعي المتوقع بين وضمن السلالات خلال التربية الداخلية دون اجراء أي شكل من الانتخاب. إن قيمة هذا التباين بين سلالات $F_2{:}3$ أعلى من التباين المتوقع ضمن السلالات خلال الاجيال الاولى من التربية الداخلية. لذلك من الضروري انتخاب اعلى عدد ممكن من سلالات ($F_{2:3}$) وتقويمها والاحتفاظ بالعدد من عوائل (F_2) المختلفة لاغراض الاختبار المكرر بعد اتمام عملية الانتخاب المنسب.

ان احد الاسباب الكامنة للاحتفاظ بنسب كل سلالة هو التقليل من القرابة بين السلالات المنتخبة من البرنامج مع التأكيد على التركيز على عدد عوائل الجيل الثاني المنتخبة والمحتفظ بها:

الجدول ١١ – ١ : التباين الوراثي التجميعي المتوقع بين وضمن السلالات خلال عملية التربية الداخلية من دون انتخاب طبيعي او اصطناعي.

جيل السلالات	التباين الوراثي التجميعي	
	بين السلالات	ضمن السلالات
$S_0 : 1 = F_2 : 3$	1	$\frac{1}{2}$
$S_1 : 2 = F_3 : 4$	$1\frac{1}{2}$	$\frac{1}{4}$
$S_2 : 3 = F_4 : 5$	$1\frac{3}{4}$	$\frac{1}{8}$
$S_3 : 4 = F_5 : 6$	$1\frac{7}{8}$	$\frac{1}{16}$

• يعد التباين الوراثي التجميعي بين نباتات الجيل الثاني F_2 و S_0 مساوية الى (١) وهي ذات قيمة التباين بين سلالات $F_2:3$ و $S_0:1$ (عن Fehr 1987, من 335).

وعندما يجري انتخاب النباتات ضمن السلالات لكل جيل من التربية الداخلية يختزل التباين الوراثي التجميعي ضمن السلالات الى نصف ماكان عليه في الجيل السابق (جدول ١١ – ١) ونتيجة لذلك فان عدد النباتات المنتخبة ضمن السلالات يقل في كل جيل من اجيال التربية الداخلية. فعلى سبيل المثال يختار مربي النبات اربعة نباتات ضمن سلالة $F_2:3$ المرغوب فيها بينما لايختار اكثر من نباتين ضمن سلالة في الجيل $F_4:5$.

٣. عدد الاجيال الانتخابية :

يؤثر عدد الاجيال التي يجري بها الانتخاب في كمية المصادر المتوفرة التي يمكن توفيرها لكل جيل. ونقصان التباين الوراثي يقود الى زيادة التجانس الوراثي (جدول ١١ – ١). ان كمية التباين الوراثي التي تظهر ضمن مجموعة من السلالات غير متساوية ولذلك فان

سلالات ($F_{2:3}$) ستبدو من ناحية الصفة المظهرية وكأنها سلالة ($F_{3:6}$) رغم أن نسبة تجانس سلالة $F_{2:3}$ اقل. ويمكن التوقف عن الانتخاب المنسب للسلالة عندما نحصل على درجة مناسبة من التجانس ، لذلك لايحدد جيل معين لتطبيق الحصاد الاجمالي للسلالة لغرض بدء الاختبار المكرر. ويقرر أغلب المربين الجيل المناسب لانهاء الانتخاب المنسب واهمال جميع السلالات غير المتجانسة الباقية هذا وقد استعملت طريقة النسب في العراق بتهجين الحنطة صابربيك مع عدد من الاصناف الاجنبية حيث تم الحصول على سلالات جيدة ومقاومة للجفاف تحت ظروف المنطقة المحدودة الامطار.

انتخاب الصفات :

يجري الانتخاب المنسب فقط بالنسبة للصفات ذات درجة التوريث المناسبة للنباتات الفردية او نسل السطور او لكليها. يرافق الانتخاب المنسب الانتخاب المرئي ، ولكنه قد يكون جيداً مع الصفات غير المرئية ايضاً مثل مكونات البروتين في البذور. وفي الصفات التي لاتشمل الانتخاب المرئي فان الخطأ المرافق لقياس الصفة تؤثر في درجة توريثها. وعندما يشمل الانتخاب المرئي فان قدرة الفرد على تمييز الاختلاف الوراثي عامل مهم في الخطأ التجريبي ودرجة التوريث.

إن العلاقة بين التحسين الوراثي وعدد الصفات تحت الانتخاب عامل مهم يؤخذ بنظر الاعتبار في الانتخاب المنسب. وبافتراض عدم وجود ارتباط بين الجينات فان تكرار السلالات التي تحمل صفتين او اكثر من الصفات المرغوب فيها يكون مساوياً لحاصل ضرب احتمال تكرار كل صفة بشكل منفصل. فاذا كان تكرار السلالات المرغوب فيها لصفة ارتفاع النبات $\frac{١}{١٠}$ ولصفة لون النبات $\frac{١}{٤}$ وشكل الورقة $\frac{١}{٨}$ والمقاومة للامراض $\frac{١}{٤}$ وطبيعة الاثمار $\frac{١}{٦}$ فان تكرار السلالات المرغوب فيها لجميع الصفات هو $\frac{١}{٧٦٨٠}$. لذلك فان عدد الصفات تحت الانتخاب ستؤثر في عدد النباتات والسلالات التي يجب زراعتها. كذلك ستؤثر في مقدار التباين الوراثي المتوفر للصفات الواجب تقويمها في التجارب المكررة بعد اكمال الانتخاب المنسب كما في حالة حاصل البذور (Fehr, 1987) .

البيئات الانتخابية :

يحتاج التعبير عن الاختلافات الوراثية بين النباتات او السلالات ظروفاً بيئية معينة. حيث لاتوجد فائدة من الانتخاب للمقاومة للامراض ان لم يكن المسبب المرضي موجوداً.

ان طريقة الانتخاب المنسب تكون مؤثرة فقط في البيئات التي يعبر عن الاختلاف الوراثي وهذا يمنع من استخدام الطريقة في البيوت الزجاجية او في الزراعة خارج الموسم الزراعي المعتاد. لذلك فان المربي الذي يسعى الى تسريع التربية الداخلية باستعمال طرق الزراعة خارج الموسم ، والذي لايعبر عن الصفة المنتخب لاجلها خلاله ، عليه ان يستعمل طرقاً اخرى غير طريقة النسب او تستعمل مع طرق اخرى في التربية.

حفظ السجلات : Record Keeping

ان طريقة الانتخاب المنسب تحتاج الى سجلات اكثر من اية طريقة اخرى ان تسمية المجتمع يتبعه رقم النبات المنتخب في كل جيل يبدأ الترقيم في اول جيل يبدوا ان النباتات مختلفة وراثياً. لاتوجد حاجة لترقيم الجيل الاول (F_1) الا اذا عددناه فريداً في صفاته الوراثية. ولغرض التوضيح فيما يلي طريقة تسجيل مجتمع من هجين مفرد.

الجيل الثاني : F_2 لنفرض اننا زرعنا (١٠٠٠) نبات وقمنا بانتخاب (١٠٠) نبات من مجتمع **A × 1214**. ترقم المائة نبات برمز المجتمع (رقم الهجين مثلاً) ثم يتبعه رقم نبات الجيل الثاني المنتخب :

A × 1214 – 1, A × 1214 – 2 and A × 1214 – 3 ....

الجيل الثالث : F_3 : يزرع نسل كل نبات من الجيل الثاني في سطر. لنفرض انتخاب ثلاثة نباتات من السطور A × 1214 – 2 و A × 1214 – 11 ترقم النباتات مع رمز المجتمع مع رقم الجيل الثاني ثم رفع النبات المنتخب في الجيل الثالث اي :

A × 1214 – 2 – 1, A × 1214 – 2 – 2 and

A × 1214 – 2 – 3

A × 1214 – 11 – 1, A × 1214 – 11 – 2 and

A × 1214 – 11 – 3.

الجيل الرابع F_4 : يزرع نسل الجيل الثالث في سطر. افرض اننا انتخبنا نباتين من السطور A41214 – 2 – 2 و A × 1214 – 11 – 3. ترقم النباتات المنتخبة برمز المجتمع ثم ارقام الجيل الثاني ، الجيل الثالث ثم رقم الجيل الرابع. اي A × A × 1214 – 11 – 3 – 1, A × 1214 – 2 – 2 – 1, A × 1214 – 2 – 2, و A × 1214 – 11 – 3 – 2.

الجيل الخامس F_5 : يزرع نسل كل نبات من الجيل الرابع في سطر ولنفرض ان السطور $A \times 1214 - 11 - 3 - 2$ و $A \times 1214 - 2 - 2 - 1$ حصدت اجماليا فإن السلالات ترقم $0 - 2 - 3 - 11 - 1214 \times A$ و $0 - 1 - 2 - 2 - 1214 \times A$

الاعتبارات الوراثية :

ان للاسس الوراثية اهمية كبيرة للانتخاب المنسب الذي يتعلق بالتغاير الوراثي المعبر عنه بين وضمن السلالات خلال عملية التربية الداخلية (جدول ١١ - ١). لايمكن الاستفادة من التغاير الوراثي السيادي او السيادي التفوقي في التربية الداخلية للسلالات. ان التغاير الذي يعود الى اشكال التغاير التجميعي - التفوقي اصغر بكثير من جزء التباين التجميعي من التباين الوراثي الكلي.

يمكن ان يعقد وجود السيادة من عملية انتخاب السلالات الاصلية والمتجانسة لصعوبة التمييز بين السيادة الاصلية والسيادة الهجينة. وعندما يخدم الانتخاب للنباتات القوية الهجينة فإن مدى التقدم نحو الاصالة يكون بطيئاً.

مميزات طريقة الانتخاب المنسب :

الفوائد :

١. اذا كان الانتخاب مؤثراً فان بالامكان ازالة التراكيب الوراثية غير الجيدة قبل ادخال السلالات النقية في تجارب مقارنة الاصناف المكلفة.
٢. ان الانتخاب في كل جيل يشمل بيئات مختلفة ويعطي الفرصة لظهور التباين الوراثي للصفات المهمة وبذلك يمكن اجراء الانتخاب الفعال.
٣. يمكن معرفة العلاقة الوراثية للسلالات ويمكن استعالها للحصول على اعلى قدر من التباين الوراثي بين السلالات المحتفظ بها خلال الانتخاب.

النواقص :

١. لايمكن استعمال الطريقة في البيئات التي لاتساعد على ظهور التباين الوراثي للصفة تحت الدراسة. وهذا يمنع من استخدام الزراعات خارج الموسم. ويرافق ذلك زيادة في الوقت المستغرق لاستنباط الصنف مقارنة بالطرق الاخرى للتربية الداخلية.
٢. نحتاج الى استخدام السجلات بشكل واسع.

٣. تحتاج الى اشخاص ذوي خبرة لاجراء عملية الانتخاب.
٤. تحتاج الطريقة الى ارض وعمالة اكبر مقارنة بالطرق الاخرى.

تملي طريقة التربية بالنسب على مربي الكثير من التحديات فيما يخص اختيار التوافقات الابوية الصحيحة التي ستعطي الانعزالات المرغوب فيها ويجب النظر في امكانية الحصول على انعزالات متفوقة على الآباء في الصفات الانتاجية او النوعية.

يعتمد النجاح في طريقة تربية النسب على برنامج الانتخاب وخبرة المربي في ادارته للاجيال الانعزالية واختياره لطريقة الانتخاب الملائمة للصفة او الصفات تحت الدراسة. ان توفير المعدات الحقلية الحديثة في الزراعة والحصاد سيساعد في اختبار اعداد اكبر من النباتات المنتخبة في الاجيال المختلفة اي المساعدة في برنامج انتخابي واسع (Welsh, 1981) خصوصاً باعتماد المجتمع البلكي في الانتخاب وكما سنرى في الفصل القادم.

Allard, R.W. 1960. Principles of plant Breeding. John Wiley and Sons. New York. U.S A. pp115-128.

Briggs, F.N. and P.H. Knowles. 1967. Introduction to plant Breeding- Reinhold Publishing Corporation U.S.A. pp 133-146.

Brim, C.A. 1966. A modified pedigree method of selection in Soybean. Crop Sci 6:220.

Fehr, W.R. 1987. Principles of cultivar Development. volum 1. Theory and technique. MacMillan Publishing Company, New York. pp. 332-337.

Harlan, H.V., M.L. Martini, and H. Stevens. 1940. A Study of methods in barley breeding, U.S.Dept Agric. Tech. Bull. No. 720.

Lamcraft, R.R., and K.W. Finlay. 1973. Amethod for illustrating pedigrees of small grain varieties for computer processing Euphytica 21: 56-60.

Welsh, J.R. 1981. Fundamentals of plant Genetics and Breeding. John Wiley and Sons., New York pp 174-185.

الفصل الثاني عشر

الطريقة التجميعية

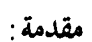
Bulk Population

الفصل الثاني عشر

الطريقة التجميعية

Bulk Population

مقدمة:



المجتمع الاجمالي (البلكي) عبارة عن مجاميع من الأفراد المتباينة وراثيا غير المفصولة عن بعضها البعض. ويمكن استعمال البلك في تحسين المجتمعات النباتية. قد يكون البلك طبيعيا مثل مجتمعات النباتات البرية او الصنف المحلي التي مرت بعملية محدودة للانتخاب اما البلك الاصطناعي فيتألف من النسل الهجين لسلالات أبوية معينة أوتركيبية من المنتخبات من بين الهجن.

يمكن الحصول على المجتمعات التجميعية في كل من المحاصيل الذاتية والخلطية الاخصاب. يرافق انخفاض الضغط الانتخابي في اي جيل في المجتمع مفهوم البلك المستعمل في المحاصيل الحقلية ذات دورة التكاثر القصيرة . وبصورة عامة فان التربية البلكية طريقة رخيصة وذلك لامكانية تناول عدد كبير من النباتات بعمل قليل.

الحصول على المجتمع الأجمالي (البلكي):

في حالة ممارسة التربية التجميعية في مجتمع النباتات الذاتية الأخصاب فان هناك عدداً من الطرق. ولكن يجب ان نذكر ان في المحاصيل ذاتية الاخصاب يكون من الصعوبة الحصول على الاتحادات الجديدة كذلك من الصعوبة المحافظة على الخلط الوراثي. لذلك يجب تركيز الجهد على استحداث التباين الوراثي المرغوب فيه. يمكن انجاز ذلك عن طريق اجراء التهجينات المتعددة لعدة آباء لانتاج المجتمعات الانعزالية. ويدعى تهجين الآباء في جميع الاتجاهات بتهجين ثنائي الأليل Diallel cross،كما افترض Jensen التهجين

الانتخابي ثنائي الأليل Diallel Selective Mating System (DSM) لانتاج المجتمع البلكي لاغراض الانتخاب. في هذا النظام أقترح التزاوج بين العديد من الآباء التي تحمل الصفات المرغوب فيها في المجتمع . بعدها يتم التزاوج بين جميع الأجيال الأولى (F_1).

وهذا يعطي مجتمعاً خليطاً وغير متجانس من الناحية الوراثية وللعديد من الجينات. ويقود هذا النظام كما اقترح (Welsh, 1981) الى اتحادات جديدة واسعة بين مجاميع الارتباط لهذا فائدة في حالة وجود ارتباطات غير مرغوب فيها ولكنه يميل الى تحطيم بلوكات الجينات ذات العلاقة بالأقلمة ان تم استعمال تراكيب وراثية من أصول متنوعة في التهجينات الأصلية.

بعد استحداث المجتمع الأجمالي (البلكي) يتم تعريض هذا المجتمع لنوعين من الانتخاب الطبيعي والانتخاب الاصطناعي بهدف الحصول على التراكيب الوراثية المرغوب فيها وكما يرد في الفقرات الآتية:

الخطوات العملية:

السنة الاولى: اجراء التهجينات للحصول على الجيل الأول.
السنة الثانية: زراعة الأجيال الاولى للحصول على بذور الجيل الثاني وخلطها بشكل اجمالي (بلك).
السنة الثالثة: زراعة نباتات الجيل الثاني (F_2) وتحصد بذور الجيل الثالث (F_3) بشكل اجمالي.
السنة الرابعة: زراعة عينة من بذور الجيل الثالث والحصول على بذور الجيل الرابع (F_4) بشكل اجمالي.

تعاد العملية حتى الحصول على المستوى المرغوب فيه من الأصالة. وعندها يتم حصاد النباتات بشكل فردي من المجتمع، ثم يتم تقويم السلالات المشتقة من النباتات واتباع الطريقة نفسها والخطوات نفسها في طريقة تسجيل النسب من الجيل السابع (الشكل ١٢-١).

شكل ١٢-١: الطريقة التجميعية بعد انتاج الجيل الأول

الموسم		الطريقة
١	زراعة نباتات الجيل الثاني F_2 حصاد البذور بشكل اجمالي	F_2 نباتات
٢	زراعة عينة من بذور الجيل الثالث F_3 حصاد البذور بشكل اجمالي	F_3 نباتات
٣	زراعة عينة من بذور الجيل الرابع F_4 حصاد البذور بشكل اجمالي	F_4 نباتات
٤	زراعة عينة من بذور الجيل الخامس F_5 على مسافات وحصاد نباتات فردية	
٥	زراعة سطور النسل في الجيل السادس F_6 وحصاد السطور المنتخبة بشكل اجمالي	V V يهمل V — Z Z Z Z — X X يهمل X — O O O O — W W W يهمل
٦	الاختبار الواسع للسلالات المشتقة	Z Z Z — O O

عن : Fehr , 1987 ص 316 .

تأثير الانتخاب الطبيعي:

هناك عدد من الامكانات في اجراء الانتخاب في المجتمع الأجمالي. وفي حالة الانتخاب الطبيعي يجب الأخذ بنظر الاعتبار البيئة التي سيجري فيها الانتخاب. وان كان بالامكان اختيار البيئة التي تلائم التراكيب الوراثية المرغوب فيها في المجتمع.

يجب تنمية المجتمع الذي يحصل به انعزال للمقاومة للأمراض بوجود المسبب المرضي حتى يحصل خفض لانتاجية النباتات الحساسة وبالتالي ازالتها من المجتمع. كذلك الانتخاب لظروف بيئية اخرى مثل درجات الحرارة والفترة الضوئية والجفاف سنسلط ضغطا انتخابيا على نباتات المجتمع وتكرار النباتات المرغوب فيها. لذلك يجب تجنب البيئات مثل البيوت الزجاجية او الزراعة خارج الموسم في هذه الطريقة حيث ان النباتات ذات الانتاجية المرتفعة داخل البيت الزجاجي يمكن ان تكون أقلها انتاجية تحت الظروف الطبيعية التي يستنبط الصنف من أجلها.

الانتخاب الاصطناعي:

تستعمل الطريقة التجميعية مع الانتخاب الاجمالي الاصطناعي حيث تزال النباتات غير المرغوب فيها وتحصد النباتات المتبقية بشكل اجمالي، وقد تستخدم تقنيات خاصة لغرض انتقاء البذور المرغوب فيها لزراعة النباتات في الجيل التالي. على العموم يقود الانتخاب الاجمالي في المحاصيل الذاتية الاخصاب الى تحديد التباين الوراثي مقارنة بالمجتمعات الطبيعية عبر فترة زمنية طويلة.

الاعتبارات الوراثية:

يتحدد تكرار التراكيب الوراثية في المجتمع المؤصل بالطريقة التجميعية بالمتغيرات التالية:

١) القابلية الوراثية للتراكيب الوراثية المختلفة لانتاج البذور.
٢) قابلية التنافس للتراكيب الوراثية.
٣) تأثير البيئة في قابلية تعبير التركيب الوراثي عن نفسه.
٤) طريقة اخذ العينة من التراكيب الوراثية لزراعة الجيل التالي.

هذه العوامل تؤثر في تمثيل النباتات المنتخبة من المجتمع الأنعزالي في الجيل التالي فبعضها يختفي وبعضها قد يمثل مرات عدة. ولاتوجد طريقة لمعرفة ان كان نبات معين في الجيل الثاني سيمثل في الجيل الثالث أو الأجيال التالية. كذلك لاتوجد طريقة لتخمين التباين الوراثي للصفة في أي جيل من الأجيال. واذا مالائمت العوامل الأربعة السابقة تراكيب وراثية معينة فان تكرار هذه التراكيب سيكون أعلى في المجتمع أكثر من التراكيب الوراثية الاخرى. ومن الصعوبة تقدير هذه الزيادة في تكرار التراكيب المرغوب فيها بسبب عدم توافق تأثير العوامل الأربعة من جيل لآخر.

مميزات الطريقة التجميعية:

١- الطريقة التجميعية سهلة والتكاليف أقل لابقاء المجتمع خلال عملية التربية الداخلية.
٢- يسمح بحصول الانتخاب الطبيعي الذي يزيد من التراكيب الوراثية المرغوب فيها في المجتمع.
٣- يمكن استعمال الطريقة التجميعية مع طريقة الانتخاب الاجمالي في المحاصيل الذاتية الاخصاب.
٤- امكانية تنمية مجتمع كبير مما يزيد من فرصة الحصول على توافقات جينية أكثر.
٥- الاحتياج الى جهد قليل لكل هجين مما يسمح بتناول عدد أكبر من التهجينات.
٦- الانتخاب في المراحل المتأخرة يعطي نباتات أو سلالات نقية.

نواقص الطريقة التجميعية:

١- عدم تمثيل نباتات أحد الأجيال في النسل للجيل التالي.
٢- لايمكن تعريف التكرارات الوراثية والتباين الوراثي في المجتمع بشكل مباشر.
٣- لايناسب استعمالها في البيت الزجاجي أو الزراعة خارج الموسم ان لم يمثل آداء التراكيب الوراثية المنطقة التي يزرع بها المحصول اعتياديا.
٤- قد يقود الانتخاب الطبيعي الى انتخاب تراكيب وراثية غير مرغوب فيها .
٥- تحتاج الى وقت أطول من طريقة النسب.

طريقة التجميع المحورة: Modified Bulk Method

في هذه الطريقة نقوم بزراعة كل جيل بلكي على مسافات ثم نقوم بانتخاب أفضل النباتات ونخلطها معا ثم نزرعها على مسافات في الجيل التالي، وتكرر العملية في الجيل التالي وهكذا. وقد اتبعت هذه الطريقة في الشعير ووجد ان السلالات المنتخبة أعلى قليلا في الحاصل ولكنها متأخرة في النضج وأطول قليلا رغم ان عملية الانتخاب لم تتم على هذه الأسس. يمكن التوصية بهذه الطريقة في الصفات ذات قيمة التوريث المرتفعة.

قد تستعمل كل من طريقتي النسب والتجميعية.

ففي هذه الطريقة يتم تنمية المجتمعات الهجينة بشكل بلك حتى توفر الظروف الملائمة لظهور الصفات المهمة عندها يتم اجراء انتخاب النباتات الفردية وتواصل العملية باتباع طريقة النسب. فعلى سبيل المثال يتم انتخاب لقوة الساق في السنين الرطبة والانتخاب للجفاف والمقاومة لدرجات الحرارة المرتفعة في السنين الجافة او قد تستخدم تقنيات خاصة للغربلة للجفاف. والانتخاب لمقاومة الأمراض عند حدوث انتشار طبيعي للأمراض ويفضل بعض المربين اتباع طريقة النسب في البداية للتخلص من الأنماط غير المرغوب فيها بسرعة ثم يتم خلط النباتات المنتخبة في مجتمع واحد واتباع الطريقة البلكية بعد ذلك. وقد اقترح بعض المربين التهجين الرجعي لفترة جيل أو جيلين بعد التهجين قبل استعمال الطريقة البلكية.

التهجينات المتعدد: Polycross

هذه الطريقة من اكثر الطرق تعقيدا واقترحت من قبل Harlan and Martini 1940 يدخل في التهجين ١٦– ١٨ صنفاً بهدف انتخاب أصناف جديدة من الحنطة والشعير. يتم انتاجه بواسطة التهجين المزدوج بين الأبوين ثم تهجين الجيل الأول للتهجينات المختلفة مع بعضها البعض حتى تدخل جميع الآباء في تركيب وراثي واحد. الفائدة تكون في جمع تراكيب وراثية مختلفة بسرعة كبيرة اذ ان من المحتمل الحصول على عدد كبير جدا من التراكيب الوراثية لأن كل بذرة تنتج من التهجين الأول عبارة عن هجين جديد.

Briggs, F.N., and P.F. Knowles. 1967. Introduction to plant Breeding – ReinholdPublishingCorporation. U.S.A pp.147 – 161.

Fehr, W.R. 1987. Principles of cultivar development, Volume 1 Theory and Technique. MacMillan Puplishing Company pp315 – 317.

Harlan, H.V., M.L. Martini, and H. Stevens 1940. A study of methods in barley breeding. U.S. Dept. Agric. Tech. Bull. pp 720.

Jensen, N.F., 1970. A diallel selecfive mating system for cereal Breeding – Crop Sci. 10: 629 – 635.

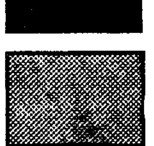
Marshal, H.G 1976. Genetic changes in oat bulk populations under Wintersurvivalstress. Crop sci. 16: 9 – 15.

Suneson, C.A. 1949. Survival of four barley varieties in a mixture. Agron. J. 41: 459 – 461.

Welsh, J.R. 1981. Fundamentals of plant genetics and Breeding. John Wiley and Sons. New York. pp. 151 – 173.

الفصل الثالث عشر
الانحدار من بذرة واحدة
Single Seed descent

الفصل الثالث عشر
طريقة الانحدار من بذرة واحدة





Single – Seed descent Method

مقدمة :

طريقة الانحدار من بذرة واحدة هي طريقة تربية داخلية لمجتمع انعزالي تلائم البيئات التي لاتمثل البيئة الحقيقية التي يزرع فيها الصنف. ويمكن استعمال الطريقة في كل المحاصيل الذاتية وخليطة الاخصاب. تهدف الطريقة الى تسريع عملية التربية الداخلية لمجتمع مابعد التهجين. وقد ذكر Fehr (1987) عن Goulden (1914) الذي أوجد فكرة تسريع التربية الداخلية حيث ذكر أن برنامج التربية في الحنطة يقسم على جزئين : الأول الحصول على السلالات النقية و (٢) انتخاب بين السلالات النقية لغرض انتقاء السلالات ذات الصفات المرغوب فيها. في طريقة النسب للتربية يجب تنمية النباتات الفردية في بيئات تظهر الفروقات الوراثية للصفة تحت الانتخاب. وهذا يعني زراعة جيل واحد في السنة. وقد اقترح فصل عملية التربية الداخلية عن عملية الانتخاب في برنامج التربية. وأفترض ان عدد النسل الذي يزرع من النبات كل جيل الى بذرة او بذرتين وتنمية جيلين في البيت الزجاجي خلال الشتاء وواحد في الصيف (في الحقل). وبهذه الطريقة نحصل على الجيل السادس F_6 في سنتين بينما تستغرق في طريقة النسب خمس سنوات للحصول على الجيل السادس. وبعدالحصول على المستوى المرغوب فيه من الأصالة فان بالامكان تقويم عدد كبير من السلالات لغرض الانتخاب للصفات المرغوب فيها. تتسم الطريقة بقلة احتياجاتها للعمالة والمكان والسرعة.

واول من سماها بالاسم المذكور هو Johnson (1962) و Bernard في فول الصويا وعدها Brim (1966) كاحدى طرق النسب المحورة.

الخطوات العملية :

جيل التهجين : التهجين بين (الصنف آ)× (الصنف ب).

الجيل الأول : تنمية ٥٠- ١٠٠ نبات من نباتات الجيل الاول.

الجيل الثاني : تنمية ٢٠٠٠- ٣٠٠٠ من نباتات الجيل الثاني. تحصد بذرة او بذرتان من كل نبات. ولايتم تعليم نباتات الجيل الثاني.

الجيل الثالث : تنمية البذور المحصودة من الجيل السابق وحصاد بذرة واحدة من كل نبات ولاتعلم نباتات هذه الأجيال. ويستمر العمل حتى الجيل الخامس بالطريقة ذاتها.

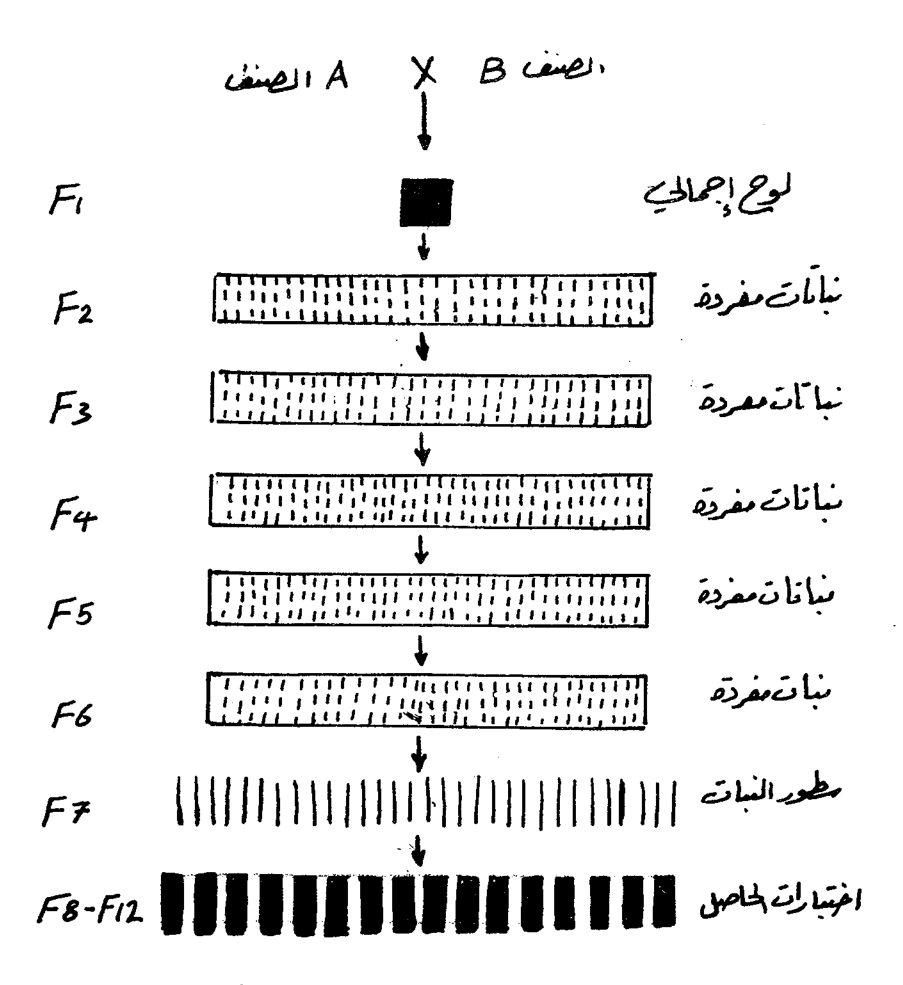
الجيل السادس : تنمية نباتات الجيل السادس من البذور المحصودة من الجيل السابق. تنتخب نباتات متفوقة في الصفات وتحصد البذور من النباتات المنتخبة.

الجيل السابع : زراعة النسل في سطور ٣- ٥ م من نباتات الجيل السابق. حصاد السطور المتفوقة في صفاتها ان كل سطر نشأ من نباتات مختلفة في الجيل الثاني.

الجيل الثامن : زراعة تجربة مقارنة الحاصل الأولية من السطور المحصود من السنة السابقة.

الجيل التاسع : - **الجيل الثالث عشر**: الاستمرار بتجارب مقارنة الحاصل كما في طريقة تسجيل النسب.

الجيل الرابع عشر- الجيل الخامس عشر: الاكثار والتوزيع كصنف جديد. (انظر الشكل ١٣- ١).



شكل ١٣ – ١ . طريقة الانحدار من بذرة واحدة . تزرع البذور المحصودة من نباتات الجيل الأول على مسافات في الجيل الثاني . تحصد بذرة واحدة من كل نبات في الجيل الثاني لزراعة الجيل الثالث وبالمثل حتىٰ الجيل السادس– (عن ,1983 Poehlman ص 124).

في الطريقة السابقة كل نبات من نباتات الجيل الثاني الى الجيل التالي عن طريق الانحدار من بذرة واحدة . والهدف، المحافظة على أكبر عدد من نباتات الجيل الثاني في المجتمع خلال عملية الانعزال لغرض التغلب على فقدان التراكيب الوراثية المتفوقة للصفات ذات قوة التوريث الواطئة مثل الحاصل او بسبب ضعف كفاءة الانتخاب للصفة بسبب صعوبة التقويم العيني . على العموم الطريقة تحتفظ بعدد كبير من الانعزالات غير المرغوب فيها ولاتسمح بانتخاب أغلب الانعزالات المرغوب فيها ضمن

العوائل المنحدرة من نبات الجيل الثاني. الطريقة سريعة وغير مكلفة ولاتحتاج الى سجلات خلال الأجيال الانعزالية. وبسبب السماح لبذرة واحدة للنمو من كل نبات فلا حاجة للنمو الاعتيادي للنبات. وهذا يسمح بترحيل الأجيال الانعزالية في البيت الزجاجي خلال الشتاء وكما ذكرنا اختزال عدد السنوات بعد التهجين والانتخابات من التهجين وحتى تجارب مقارنة الحاصل.

عند استعمال طريقة الانحدار من بذرة واحدة فان حجم المجتمع يتناقص في كل جيل بسبب الفشل لانبات البذور او فشل النباتات في انتاج البذور. ومن الضروري تحديد عدد النباتات الاصلية المرغوب فيها في آخر جيل والبدء بحجم المجتمع المطلوب في الجيل الثاني. فعلى سبيل المثال اذا افترضنا ان المطلوب (٢٠٠) نبات في الجيل الرابع (F_4) من الجيل الانعزالي. وأفرض ان (٧٠٪) من النباتات المزروعة ستنتج بذرة واحدة على الاقل. ولحساب عدد البذور المطلوبة من الضروري بدء الحساب من الجيل الرابع رجوعا الى الجيل الثاني وكما يلي (عن Fehr, 1987):

الجيل الرابع F_4: ٢٨٦ بذرة في الجيل الرابع للحصول على ٢٠٠ نبات في الجيل الرابع

(أي $\frac{٢٠٠}{٠,٧}$ = ٢٨٦).

٧٠٪

الجيل الثالث F_3: زراعة ٤٠٩ بذرة في الجيل الثالث للحصول على ٢٨٦ من نباتات الجيل الثالث و ٢٨٦ بذرة في الجيل الرابع

($\frac{٢٨٦}{٠,٧}$ = ٤٠٩).

٧٠٪

الجيل الثاني F_2: زراعة ٥٨٤ بذرة في الجيل الثاني للحصول على ٤٠٩ نبات في الجيل الثاني و ٤٠٩ من بذور الجيل الثالث.

($\frac{٤٠٩}{٠,٧}$ = ٥٨٤).

٧٠٪

ويجب الاحتفاظ بعينة احتياط من البذور والتي يمكن حصادها في الوقت نفسه او في وقت منفصل كعملية مستقلة. واقترح Brim (1966) في فول الصويا حصاد قرنة تحتوي على ٢ – ٣ بذور واستعمال أحد البذور للزراعة ويجعل الباقي احتياطي.

طريقة الجورة الواحدة Single – Hill Procedure

تستعمل هذه الطريقة لتأمين تمثيل كل نبات من الجيل الثاني في النسل وفي كل جيل من أجيال التربية الداخلية. تستند الى التقنية التي ذكرها Fehr (1987) عن Jones and Singleton (1934). يحافظ على نسل النباتات الفردية كسلالات منفصلة خلال كل من التربية الداخلية بزراعة عدد قليل من البذور في جورة وحصاد البذور المخصبة ذاتيا من كل جورة وزراعتها في جورة اخرى في الجيل التالي. يتم حصاد نبات مفرد من كل سلالة عند وصول النباتات الى الأصالة المطلوبة وكما يلي :

الموسم الاول : زراعة نباتات الجيل الثاني وحصاد بذور الجيل الثالث لكل منها. يزرع جزء من بذور كل نبات في الموسم الثاني والباقي احتياط.

الموسم الثاني : زراعة جورة لكل سلالة $F_{2:3}$ وحصاد بذور الجيل الرابع من الجورة.

يستخدم جزء من البذور في الموسم الثالث وجزء يحتفظ به احتياط. تكرر الطريقة على حسب الرغبة حتى الوصول الى الاصالة المطلوبة وعندها تحصد النباتات الفردية. الشكل (١٣ – ٢) يوضح الطريقة. وباستخدام طريقة الجورة الواحدة يحافظ على تعريف كل نبات في الجيل الثاني ونسله خلال التلقيح الذاتي. وعندما يحافظ على تعريف نبات الجيل الثاني فان من الواجب تمييز كيس البذور لكل جورة لأغراض الزراعة والحصاد.

طريقة تعدد البذور: Multiple – seed procedure

اشار Fehr (1987) الى ان استعمال طريقة الانحدار من بذرة واحدة يحتاج الى كون حجم المجتمع في الجيل الثاني أكبر من الأجيال التالية وذلك لنقصان نسبة انبات البذور والى حصاد عينتين الاولى للزراعة والثانية احتياط. ولتجنب مثل هذه المشاكل يقوم المربون بجمع اثنين الى ثلاثة بذرات من كل نبات خلال الحصاد. يزرع جزء من العينة والباقي احتياط. ومنه اشتق اسم طريقة تعدد البذور.

الموسم	الطريقة	
١ –	تنمية نباتات الجيل الثاني F_2 حصاد بذور الجيل الثالث من كل نبات بشكل فردي	
٢	الزراعة في جور انفرادية تحصد بذور الجيل الرابع من كل جورة بصورة فردية	V Z X O W V Z X O W V Z X O W V Z X O W
٣	زراعة في جور انفرادية. تحصد بذور الجيل الخامس من كل جورة بصورة انفرادية	V Z X O W V Z X O W V Z X O W V Z X O W
٤	زراعة في جور انفرادية حصاد نبات واحد F_5 من كل جورة	V Z X O W V Z X O W V Z X O W V Z X O W
٥	زراعة في سطور انفرادية حصاد السطور المفردة بشكل أجمالي	V Z X O W V Z X O W V Z تهمل تهمل W V Z X O W
٦ –	الاختبارات الموسعة للسلالات المشتقة من الجيل الخامس	V Z W V Z W V Z W V Z W

شكل ١٣ – ٢ . طريقة الجورة الواحدة Single Hill procedure لطريقة الانحدار من بذرة واحدة (عن Fehr, 1987 ص 322).



الموسم الأول : زراعة مجتمع الجيل الثاني (F_2) . يحصد عدد متماثل من بذور الجيل الثالث (F_3) ، عادة ٢ – ٤ بذرات من جميع النباتات وتخلط البذور سوية . يستعمل قسم من البذور في الموسم الثاني والقسم الآخر احتياط .

الموسم الثاني : تزرع عينة من بذور الجيل الثالث من الموسم الأول . يحصد عدد متماثل من بذور الجيل الرابع (F_4) من جميع النباتات وتخلط البذور سوية . يستعمل جزء من البذور لزراعة الموسم الثالث ويحتفظ بجزء كاحتياط .

تعاد الطريقة حتى الوصول الى المستوى المرغوب فيه من الأصالة وعندها تحصد النباتات الفردية .

يعتمد عدد البذور المزروعة والمحصودة في كل موسم على عدد السلالات المرغوب فيها من المجتمع ونسبة انبات البذور. وبطريقة تعدد البذور يمكن تثبيت عددها في كل موسم . فاذا فرضنا ان المربي يرغب بـ ٢٠٠ سلالة من نباتات الجيل الرابع من مجتمع انعزالي فيه نسبة انبات ٧٠٪ في كل جيل. الطريقة كما يلي :

الجيل الثاني F_2 : يزرع ٢٨٦ من بذور الجيل الثاني للحصول على ٢٠٠ من نباتات الجيل الثاني والتي ستنتج بذوراً (٢٠٠/ ٠,٧ = ٢٨٦ بذرة). تحصد ٣ بذرات من ٢٠٠ نبات لتعطي ٦٠٠ بذرة F_3.

الجيل الثالث F_3 : زراعة ٢٨٦ من بذور الجيل الثالث ويحتفظ بـ ٣١٤ بذرة كاحتياط . تحصد ثلاثة بذرات من الـ ٢٠٠ نبات ليعطي ٦٠٠ بذرة في الجيل الرابع F_4

الجيل الرابع F_4 : زراعة ٢٨٦ بذرة من الجيل الرابع ويحتفظ بـ ٣١٤ بذرة يحصد ٢٠٠ نبات في الجيل الرابع .

تسريع الأجيال :

يلائم طريقة الانحدار من بذرة واحدة ظروف البيت الزجاجي والمشاتل الشتوية أو الصيفية حيث يختلف آداء التراكيب الوراثية عن منطقة أقلمتها. هذه الطريقة مفيدة عندما يقوم المربي بتحوير الظروف البيئية لاختزال الزمن اللازم للحصول على الجيل .



تتلخص أسس انتاج البذور السريع وكما ذكرها Major (1980) بما يأتي :

١. يختزل الانتاج السريع لبذور الهجين وذاتية الاخصاب الوقت اللازم لاستنباط الصنف الجديد. ولكن تقصير الوقت اللازم لتقصير دورة الحياة بتغيير الظروف البيئية سيؤدي الى تقليل حاصل النبات، وحجم الازهار ويزيد من غلق الازهار Cleistogamy وبذلك فان هذه التقنية محددة بالبذور الذاتية الاخصاب.

٢. يجب معالجة ميكانيكية السبات والتعريض لدرجات الحرارة المنخفضة بشكل اصطناعي. فبذور الأنواع التي تلاقي صعوبة في الانبات لوجود غلاف البذرة الصلب يجب تخديشها قبل الزراعة. في الرز البري يجب ازالة القشرة pericarp من حول الجنين كما ان بذور الشليم تحتاج الى فترة ٢٠ يوماً بعد النضج. احيانا يمكن التغلب على هذه الفترة باستعمال المواد الكيمياوية مثل نترات البوتاسيوم، Potassium nitrate أو حامض الجبرليك.

ان معاملة البذور المنبتة او البادرات في غرف النمو growth chamber عند درجات الحرارة المنخفضة (٢ – ٥م°) للتعويض عن عملية الإرتباع Vernalization الطبيعية للنوع. في الحنطة الشتوية التعريض على درجة حرارة (٢ – ٥م°) في النهار القصير ولمدة (٨) أسابيع مؤثرة جدا للتعويض عن العملية. وقد استعملت هذه الطريقة في تعريض الحنطة الشتوية بانكوتي Bankuti وهجنها مع حنطة ريدريفر Red River ثم زراعتها خلال الصيف تحت ظروف ديفز– كاليفورنيا وتم الحصول على ازهار وانتاج بذور جيد (العذارى، ١٩٧٧، غير منشور).

في البنجر السكري وهو نبات ذو حولين ونحصل على تقصير دورة الحياة من تعريض النباتات على درجة حرارة ٤ – ٧م° لمدة ١٠ أسابيع خلال فترة الازهار Gaskill, 1952.

٣. ان تعريض النباتات للضوء المستمر يقصر من الفترة اللازمة للازهار لنباتات النهار الطويل، ويلائم طول النهار القصير تطور نباتات النهار القصير ولكن طول اليوم الحقيقي يعتمد على الفترة الضوئية المناسبة. ان استعمال طول النهار (٨) ساعات للنباتات الاستوائية يكون ملائما. ان استعمال ٨ ساعات ضوء في بورتريكو Puerto Rico اختزل عدد الأيام من الزراعة حتى الازهار في نبات Pigeonpea بحوالي ٤ شهور في الأصناف المتوسطة النضج و٧ أشهر في الأصناف المتأخرة. أما نهار بطول ١٢ ساعة فهو ملائم لمحاصيل المناطق المعتدلة.

٤ . درجة الحرارة الملائمة لتسريع انتاج البذور يتراوح من (٢٥ – ٣٥م°) ويعتمد ذلك على كون المحصول صيفياً او شتوياً . وبعض المحاصيل مثل الدخن pearl millet و pigenonpea تنمو بشكل أسرع تحت درجات حرارة أكثر من (٣٥م°) .

٥ . يمكن استعمال الشد الرطوبي لاختزال الزمن اللازم للازهار والنضج . ولكن لايجب استعماله حتى عقد البذور الكامل .

٦ . خصوبة التربة محدودة بالكمية اللازمة لانتاج نبات صغير وبعدد قليل من البذور. ان نقص النتروجين خلال فترة امتلاء الحبوب سينتج عنه نضج مبكر للحبوب وتكون صغيرة الحجم . يميل الفوسفور الى انتاج تأثير عكسي مقارنة بالنتروجين. الاستعمال الحر للفوسفور يؤدي الى تسريع النضج .

٧ . استعمال كميات البذور الكبيرة يسرع من النضج ولكنه قد يؤدي الى الشد الرطوبي والخصوبي الذي يحصل في مراحل متأخرة من ملء الحبة . ان زيادة الخصوبة والرطوبة وزيادة حجم المجتمع يؤخر من النضج .

أغلب المحاصيل المحصودة من أجل البذور انتجت من أجل حجم البذور الكبيرة . تصل أجنة هذه البذور الى النضج بفترة طويلة قبل وصول البذرة الى أعلى وزن جاف لها . كذلك فان بالامكان حصاد البذور بفترة ١٠ – ١٥ يوماً بعد بدء النمو الاضطراري Linear phase لملء الحبة . قد تكون البذور صغيرة وضامرة ولكن يمكن ان تكون لها حيوية ممتازة . عند اتباع هذه الطريقة ينصح بقطع النبات الكامل وتجفيفه في الحقل أو البيت الزجاجي . تؤدي هذه الطريقة الى نقص حاد للرطوبة وان تجفيف النبات الكامل يتيح الفرصة لانتقال بعض السكريات والأملاح الى البذور خلال فترة التجفيف.

على العموم يمكن القيام بالانتخاب الفردي للنباتات خلال أي جيل من هذه الطريقة . وقد يكون الانتخاب في المشاتل الشتوية أو البيوت الزجاجية غير مؤثر. ولكن وجد أن الانتخاب لوزن البذور في فول الصويا كان مؤثرا في المشاتل الشتوية .

الاعتبارات الوراثية :

تتطابق التوقعات الوراثية للمجتمعات من دون الانتخاب الاصطناعي خلال التربية الداخلية باتباع طريقة الانحدار من بذرة واحدة مع المجتمعات الثنائية المجموعة الكروموسومية . ان تكرار الأفراد الخليطة ولموقع واحد هو ($\frac{١}{٢}$) في الجيل الثاني

ويتنافس بنسبة (٥٠ ٪) في كل جيل من التربية الداخلية . التباين الوراثي التجميعي بين الأفراد في المجتمع يزيد بمعدل يساوي $\sigma A^2(1+F)$ حيث F يمثل معامل التربية الداخلية وهو مساوٍ F = صفر في الجيل الثاني و ($\frac{١}{٢}$) في الجيل الثالث و ($\frac{٣}{٤}$) في الجيل الرابع .

لايوجد انتخاب طبيعي في المجتمع المحافظ عليه بهذه الطريقة مالم تختلف التراكيب الوراثية في نسبة الانبات أو أن الظروف البيئية تمنع بعض التراكيب الوراثية من اعطاء البذور وان القابلية الوراثية للتركيب الوراثي لانتاج البذور او قابليته على التنافس لأتؤثر في الانحدار من بذرة واحدة بسبب حصاد عدد متساوٍ من البذور من كل نبات بغض النظر ان كان للنبات ثلاثة بذرات أو ٣٠٠٠ بذرة .

أما طريقة تعدد البذور فتخضع لتغايرات ترافق أخذ عينات البذور من العينة المخلوطة لزراعة الجيل التالي . ان هذا التغاير قد يؤدي الى عدم تمثيل النسل من بعض النباتات او تمثيله عدة مرات من نباتات اخرى . يقل التباين الوراثي في المجتمع عندما ينحدر اثنان او اكثر من الأفراد من نبات الجيل الثاني نفسه بدلا من انحدار كل منها من نبات مختلف في الجيل الثاني Fehr (1987) .

مميزات طريقة الانحدار من بذرة واحدة :

الفوائد :

١ . طريقة سهلة للمحافظة على المجتمعات خلال التربية الداخلية .
٢ . لايؤثر الانتخاب الطبيعي في المجتمع مالم تختلف التراكيب الوراثية في قدرتها على انتاج بذرة واحدة على الأقل .
٣ . تلائم الطريقة ظروف البيت الزجاجي والمشاتل خارج الموسم . حيث يكون اداء التراكيب الوراثية لايمثل اداءها في المنطقة التي يزرع بها اعتياديا .
٤ . بالنسبة لطريقة الانحدار من بذرة واحدة فانها تستغرق وقتا أقل ومساحة أقل للزراعة مقارنة بالجورة المفردة .

النواقص :

١ . اعتماد الانتخاب الاصطناعي على مظهر النباتات وليس اداء النسل .

٢ . لايمكن ان يؤثر الانتخاب الطبيعي في المجتمع بشكل ايجابي ما لم تنبت التراكيب الوراثية غير المرغوب فيها أو تعطي بذورا .

٣ . في طريقة الانحدار من بذرة واحدة لايمثل كل نبات في الجيل الثاني في المجتمع والذي ينتج من فشل بعض الأفراد في انتاج بذرة واحدة حية في كل جيل من أجيال التربية الداخلية .

٤ . وجوب تعديل حجم المجتمع في طريقة الانحدار من بذرة واحدة لنسبة الانبات .

Brim, C.A. 1966. Amodified pedigree method of selection in soybean. Crop sci. 6: 220.

Gaskill, J.O. 1952. A new sugarbeet breeding tool – two seed generation in one year. Agron.J. 44: 338.

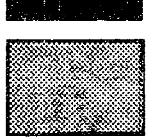
Fehr, W.R. 1987. Principles of caltivar development. Vol.1. theory and Technique. MacMillan publishing Company, New York, U.S.A. pp 319 – 327.

Johnson, H.W. and R.L. Bernard. 1962. Soybean genetics and Breeding – Adv. Agron. 14: 149 – 221.

Major, D.J. 1980. Environmental effects on flowering. pp 1 – 15 in W.R. Fehr and H.H. Hadley (eds). Hybridization of Crop plants. American soc. of Agron. Madison. Wisc. U.S.A.

Sharma, D., and J.M. Green. 1980. Pigeonpea. pp471 – 487. In W.R. Fehr and H.H. Hadley (eds). Hybridization of Crop plants. American Society of Agronomy, Madison, Wisc. U.S.A.

الفصل الرابع عشر
طريقة التهجين الرجعي
Backcross Method



الفصل الرابع عشر

طريقة التهجين الرجعي

Backcross Method

مقدمة :

تستعمل طريقة التهجين الرجعي في العديد من المحاصيل الحقلية. أول من قام بوصف الطريقة Harlan و Pop (1922). تعرف الطريقة بأنها التهجين المتكرر لأحد الآباء. يدعى الأب المتكرر بالأب الرجعي Recurrent parent (R) والأب الآخر باللارجعي Non Recurrent parent (N) او الواهب للصفة. وقد أتبع مربو الحيوانات طريقة التهجين الرجعي منذ قرن من الزمان واطلق عليها بتربية السلالة Line breeding . استعملها Briggs كوسيلة لاضافة صفة مقاومة المرض في الحنطة والشعير- وهي تستعمل الآن كوسيلة لتحسين كل من المحاصيل الذاتية والخلطية الاخصاب وكطريقة مساعدة لطرق التربية الاخرى.

عادة يتم التهجين بين صنف ناجح (الاب الرجعي) الذي يفتقر لصفة معينة مع أب واهب لتلك الصفة (أب غير رجعي). ثم يتم تضريب الجيل الاول الى الأب الرجعي الذي يعطي التهجين الرجعي الأول BC_1 ، وفي الجيل الثاني التهجين الثاني BC_2 وهكذا. قبل استعمال الحاسوب كانت تستعمل الرموز التالية فعلى سبيل المثال التهجين الرجعي الثالث يكتب $N X {}^4R$ أي التهجين الأصلي N X R مع ثلاثة تهجينات رجعية. أما رموز آخر جيل رجعي فسيكون $N X {}^6R F_2$. أما باستعمال الحاسوب فتكون الرموز بشكل N(R)4 للتهجين الرجعي الثالث و $N*6F_2$ للتهجين الرجعي الخامس في الجيل الثاني.

بعد اكمال التهجين الرجعي يتم تمييز المنتخبات كما في طريقة تسجيل النسب. فمثلا (R) * N) (4/1/7 تعرف افراد الجيل الأول والثاني بعد التهجين الرجعي الثالث. لاحظ أن عدد الجيل الرجعي يكون أقل بواحد من عدد التهجينات للأب الرجعي. طريقة التهجين الرجعي مصممة لنقل الأليلات المرغوب فيها ذات درجة التوريث العالية من الأب الواهب (غير الرجعي) الى الأساس الوراثي للأب الرجعي. وكما سنرى في الفقرات التالية أن بالامكان استخدامها لنقل صفات اخرى.

نقل الصفة السائدة :

عادة تكون عملية النقل اسهل عندما تكون الصفة سائدة ويمكن التعرف عليها قبل التزهير وعلى أساس النبات الواحد. وفيما يلي مثلا عن نقل صفة المقاومة للمرض والتي يتحكم بها جين واحد سائد بطريقة التهجين الرجعي :

الموسم الأول : الحصول على بذور الجيل الأول (F_1) الناتجة من تضريب الصنف الحساس (الرجعي) (rr) الى الصنف المقاوم غير الرجعي (RR). تكون جميع نباتات الجيل الأول (Rr)

الموسم الثاني : تهجين نباتات الجيل الأول (F_1) الى الأب الرجعي (rr) للحصول على بذور التهجين الرجعي الأول $BC_1 F_1$ وتكون نسب التراكيب الوراثية ٥٠٪ (Rr) و ٥٠٪ (rr).

الموسم الثالث : تقويم نباتات $Bc_1 F_1$ قبل التزهير ويتم اهمال النباتات الحساسة (rr). تهجين النباتات المقاومة (Rr) الى الأب الرجعي للحصول على نباتات التهجين الرجعي الثاني ($BC_2 F_1$) ومحتوى المجتمع على ٥٠٪ نباتات مقاومة (Rr) و ٥٠٪ (rr).

الموسم الرابع : تقويم نباتات $BC_2 F_1$ قبل التزهير وتهمل النباتات الحساسة (rr). تهجن النباتات المقاومة (Rr) الى الأب الرجعي للحصول على بذور ($BC_3 F_1$) التي ستكون مؤلفة من ٥٠٪ (Rr) و ٥٠٪ (rr).

الموسم الخامس : يتم الحصول على بذور BC_4F_1 بالطريقة نفسها في الموسمين الثالث والرابع .

الموسم السادس : تقويم نباتات BC_4F_1 قبل التزهير وتهمل النباتات الحساسة (rr) . يتم التلقيح الذاتي للنباتات المقاومة (Rr) وتحصد بذور التهجين الرجعي الرابع BC_4F_1 عند النضج .

الموسم السابع : تتألف نباتات $BC4F_2$ وكمعدل ٢٥ ٪ (RR) و ٥٠ ٪ (Rr) و ٢٥ ٪ (rr) . تقويم النباتات قبل التزهير وتهمل النباتات الحساسة (rr) ويتم التلقيح الذاتي للنباتات المقاومة (RR) و (Rr) . يتم حصاد كل نبات في الجيل BC_4F_2 بصورة منفصلة .

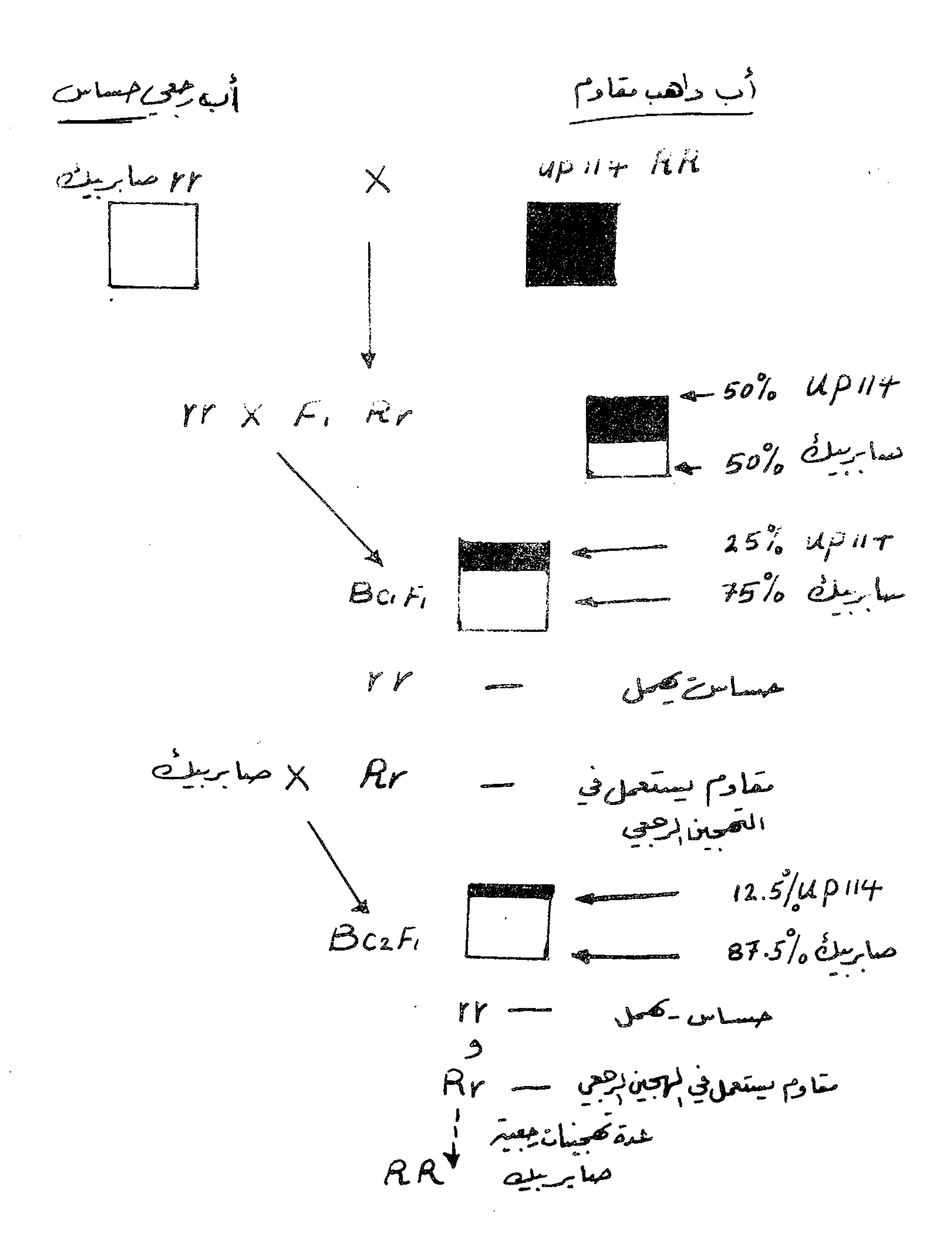
الموسم الثامن : يتم اختيار النسل لكل نبات BC_4F_2 قبل التزهير ويتم اهمال النباتات الانعزالية في التركيب (Rr) ويتم التلقيح الذاتي للنباتات الأصيلة (RR) . وفي الجيل الثامن والأجيال التالية يتم تقويم عوائل BC_4F_2 للصفات المهمة مقارنة بالأب الرجعي . ويتم الحصاد الأجمالي للنباتات المنتخبة لتحل محل الأب الرجعي يوضح الشكل ١٤ — ١ نقل الصفة السائدة .

بعض الصفات المرغوب فيها والتي يسيطر عليها جين سائد لايمكن تقويمها حتى مرحلة مابعد الازهار. وفي مثل هذه الحالات يجب تغيير الطريقة السابقة .احدى الطرق كالآتي :

الموسم الأول : الحصول على بذور الجيل الأول (F_1) من التهجين بين الأب الحساس الرجعي (rr) الى الأب المقاوم غير الرجعي (RR) جميع بذور الجيل الأول تكون (Rr) .

الموسم الثاني : تهجين نباتات الجيل الأول (F_1) الى الأب الرجعي (rr) للحصول على بذور BC_1F_1 والتي تكون مؤلفة من ٥٠ ٪ (Rr) و ٥٠ ٪ (rr) .

الموسم الثالث : يتم تهجين نباتات BC_1F_1 الى الأب الرجعي . تقويم الصفة قبل الحصاد وتهمل النباتات الحساسة وبذورها من BC_2F_1 . ويتم الاحتفاظ بالنباتات المقاومة (Rr) وبذورها BC_2F_1 (مؤلفة كمعدل من ٥٠ ٪ (Rr) و ٥٠ ٪ rr) .



شكل ١٤ – ١ . نقل صفة المقاومة لمرض صدأ الأوراق من الصنف أب ١١٤ up 114 الى الصنف صابربيك .

الموسم الرابع والخامس : تستعمل الطريقة نفسها في الموسم الثالث للحصول على بذور $BC_3 F_1$ و $BC_4 F_1$.

الموسم السادس : يتم التلقيح الذاتي لنباتات $BC_4 F_1$. ويتم تقويم الصفة قبل الحصاد وتهمل النباتات الحساسة . تحصد بذور $BC_4 F_2$ من النباتات المقاومة .

الموسم السابع : يتم التلقيح الذاتي لنباتات $BC_4 F_2$ (٢٥ ٪ (RR) و ٥٠ ٪ (Rr) و ٢٥ ٪ (rr) . تقويم الصفة قبل الحصاد وتهمل النباتات الحساسة . يتم حصاد البذور من كل نبات مقاوم في الجيل $BC_4 F_2$ (RR و Rr) بصورة منفصلة .

الموسم الثامن : تزرع البذور من كل نبات مقاوم $BC_4 F_2$ ويتم التلقيح الذاتي لكل من النباتات في السطر. تهمل السطور التي تظهر انعزالاً في الصفة . ويتم حصاد البذور من السطور الأصيلة التي تظهر المقاومة .
خلال الجيل الثامن والأجيال التالية يتم تقويم العوائل للصفات المهمة مقارنة بالأب الرجعي ويتم انتخاب النباتات المرغوب فيها لتحل محل الأب الرجعي .

نقل الصفة المتنحية :

عندما تكون الصفة المطلوب نقلها متنحية فمن الواجب ادخال اختبار النسل في برنامج التهجين الرجعي . كذلك يجب استعمال اختبار النسل عندما لايمكن تقويم الصفة في البيئة التي يجري فيها التهجين الرجعي بغض النظر ان كان يتحكم في الصفة اليل سائد أو متنح وفي المثال التالي يوضح اسلوب نقل الصفة المتنحية (r) بأقصر وقت ممكن عند استخدام اختبار النسل الضروري لتحديد التركيب الوراثي في نسل التهجين الرجعي .

الموسم الأول : الحصول على بذور الجيل الأول بتهجين الأب الرجعي الحساس (RR) الى الأب المقاوم غير الرجعي (rr) . تكون جميع بذور الجيل الاول (F_1) ذات تركيب وراثي (Rr) .

الموسم الثاني : تهجين نباتات الجيل الأول الى الأب الرجعي (RR) للحصول على بذور ($BC_1 F_1$) التي ستتألف من ٥٠ ٪ (Rr) و ٥٠ ٪ (RR) .

الموسم الثالث : عادة لايمكن التمييز بين الافراد ذات التركيب (Rr) و (RR) لأن للجميع الصفة السائدة. لاكمال التهجين الرجعي بأقل عدد من المواسم يتم تهجين كل نبات $BC_1 F_1$ الأب الرجعي (rr) للحصول على ($BC_2 F_1$) والتلقيح الذاتي للحصول بذور ($BC_1 F_2$) لاغراض اختبار النسل.

الموسم الرابع : تستعمل بذور التهجين الرجعي للجيل الثاني ($BC_1 F_2$) لاختبار النسل لكل من نباتات التهجين الرجعي للجيل الأول ($BC_1 F_1$) قبل ان تبدأ أفراد التراكيب ($BC_2 F_1$) التزهير. تكون نباتات ($BC_1 F_1$) الأصيلة (RR) حساسة ويكون نسل جميعها حساساً. أما نسل $BC_1 F_2$ من النباتات الخليطة ($BC_1 F_1$) فستنعزل الى نباتات (rr) مقاومة واخرى حساسية (Rr). تهمّل نسل BC_2F_1 من النباتات الأصلية الحساسة (RR). أما نسل $BC_2 F_1$ من الخليط ($BC_1 F_1$) فأنه يهجن الى الأب الرجعي للحصول على ($BC_3 F_1$) ويلقح ذاتياً للحصول على بذور ($BC_2 F_2$) لغرض اختبار النسل في الجيل التالي.

الموسم الخامس : تستعمل بذور ($BC_2 F_2$) لاختبار النسل لكل نبات $BC_2 F_1$ قبل بدء أفراد ($BC_3 F_1$) بالتزهير. يكون جميع نسل $BC_3 F_1$ من النباتات الأصيلة $BC_2 F_1$ (RR) حساساً ويهمل. أما نسل $BC_3 F_1$ من نباتات $BC_2 F_1$ الخليطة (Rr) فيتكون من ٥٠٪ (Rr) و ٥٠٪ (RR). تهجن نباتات ($BC_3 F_1$) الى الأب الرجعي للحصول على بذور $BC_4 F_1$ وتلقح ذاتياً للحصول على بذور ($BC_3 F_2$) لغرض إختبار النسل في الجيل التالي.

الموسم السادس : تستعمل بذور $BC_3 F_2$ لاختبار نسل كل من نباتات ($BC_3 F_1$) قبل بدء ($BC_4 F_1$) بالازهار. يكون نسل $BC_4 F_1$ من نباتات($BC_3 F_1$) الأصيلة (RR)-حساساً ويهمل. أما نباتات ($BC_4 F_1$) التي حصل عليها من التهجينات على نباتات $BC_3 F_1$ الخليطة (Rr) فتنعزل بنسبة ٥٠٪ (Rr) و ٥٠٪ (RR) ويتم التلقيح الذاتي للجميع. ويتم حصاد كل نبات من $BC_4 F_1$ بشكل منفصل.

الموسم السابع : يتم اختبار نسل كل نبات $BC_4 F_1$. يكون جميع نسل النباتات من $BC_4 F_1$ الحساسة (RR) حساساً وتهمل العائلة. أما نسل $BC_4 F_2$ من النباتات الخليطة $BC_4 F_1$ (Rr) فينعزل الى نباتات مقاومة (rr) ونباتات حساسة (R –). فاذا أمكن اكمال

اختبار النسل قبل التلقيح فيتم التلقيح الذاتي للنباتات المقاومة (rr) فقط. واذا لم يكن بالامكان تقويم الصفة الى مابعد الازهار فانه يتم التلقيح الذاتي لجميع نباتات $BC_4\ F_1$. يتم التعرف على نباتات $BC_4\ F_1$ قبل الحصاد وتحفظ بذور كل نبات بشكل منفصل.

الموسم الثامن: خلال الموسم الثامن والمواسم التالية يتم تقويم عوائل $BC_4\ F_2$ (المقاومة) للصفات المهمة مقارنة بالأب الرجعي. ويتم انتخاب النباتات المرغوب فيها وتجمع بذورها لتحمل محل الأب الرجعي.

يحور البرنامج السابق قليلاً عند استعماله في صفات لايمكن تقويمها في الظروف البيئية نفسها التي يجرى بها التهجين الرجعي. في الموسمين الرابع والسادس يتم اختبار النسل لبذور ($BC\ x\ F_1$) في ظروف بيئية يمكن فيها تقويم الصفة، وتتم زراعة نباتات ($BC\ x\ F_1$) في ظروف بيئية مختلفة حيث يتم اجراء التهجين الرجعي. يحدد اختبار النسل أي من نباتات $BC\ x\ F_1$ يمكن استعماله في التهجين (الموسمين الرابع والخامس) أو تلقيح ذاتياً (الموسم السادس). في الموسم السابع، يتم التلقيح الذاتي لنسل $BC_4\ F_2$ من النباتات الخليطة ($BC_4\ F_1$) وتحصد بصورة منفصلة. في الموسم الثامن، يتم اختبار كل نبات ($BC_4\ F_2$) ويحتفظ فقط بالنباتات الأصيلة للمقاومة (RR للأليل السائد و rr للأليل المتنحي). وخلال الجيل الثامن والمواسم التالية يتم تقويم اداء النباتات الأصيلة من ($BC_4\ F_2$) نسبة للأب الرجعي.

عندما يكون ضرورياً اجراء اختبار النسل لتحديد وجود الأليل المرغوب فيه خلال التهجين الرجعي، فإنه يمكن اجراء الاختبار في موسم والتهجين الرجعي في الموسم التالي. وتزيل هذه الطريقة تهجينات الافراد التي لاتحمل الاليل ولكنها تزيد من عدد المواسم الضرورية لاكمال التهجين الرجعي. المثال التالي يوضح نقل الصفة المتنحية المقاومة للامراض. ويفترض انه لا يمكن تقويم المقاومة لحين اكمال التلقيح وتستعمل اربع تهجينات رجعية.

الموسم الاول: الحصول على بذور الجيل الأول بتهجين الأب الرجعي الحساس (RR) الى الأب غير الرجعي المقاوم (rr). تكون جميع نباتات الجيل الأول (Rr).

الموسم الثاني: تهجين نباتات الجيل الأول الرجعي (RR) للحصول على بذور ($BC_1\ F_1$) التي ستكون مؤلفة من ٥٠٪ (Rr) و ٥٠٪ (RR).

الموسم الثالث : يتم التلقيح الذاتي لنباتات (BC_1 F_1) وتحصد البذور من كل نبات بشكل منفصل.

الموسم الرابع : زراعة النسل (BC_1 F_2) من كل نبات (BC_1 F_1) في سطر ثم تلقح ذاتياً ويتم التعرف على النباتات المقاومة (rr) ضمن السطور الانعزالية وتحصد البذور من نباتات (BC_1 F_2) المقاومة.

الموسم الخامس : يهجن النسل من النباتات الأصيلة المقاومة (rr) من نباتات (BC_1 F_2) الى الأب الرجعي (RR) للحصول على بذور (BC_2 F_1) . (Rr).

الموسم السادس : تهجن نباتات (BC_2 F_1) الى الأب الرجعي للحصول على بذور (BC_3 F_1) التي تتكون من ٥٠٪ (Rr) و ٥٠٪ (RR).

الموسم السابع : التلقيح الذاتي لنباتات (BC_3 F_1) وتحصد البذور من نبات بصورة منفصلة.

الموسم الثامن : يزرع نسل (BC_3 F_2) من كل نبات (BC_3 F_1) في سطر، وتلقح النباتات ذاتياً، ويتم التعرف على النباتات المقاومة (rr) ضمن السطور الانعزالية وتحصد البذور من النباتات المقاومة (BC_3 F_2).

الموسم التاسع : يهجن النسل من نباتات (BC_3 F_2) الاصيلة والمقاومة (rr) الى الأب الرجعي للحصول على بذور (BC_4 F_1) (Rr).

الموسم العاشر: تلقح نباتات (BC_4 F_1) ذاتياً للحصول على بذور (BC_4 F_2) (٢٥٪ RR و ٥٠٪ RR و ٢٥٪ rr).

الموسم الحادي عشر: تلقح نباتات BC_4 F_2 ذاتياً وتحصد النباتات المقاومة بصورة فردية.

الموسم الثاني عشر: خلال الموسم الثاني عشر والمواسم التالية تقيم عوائل BC_4 F_2 للصفات المهمة مقارنة بالأب الرجعي ويتم انتخاب النباتات المرغوب فيها وتحصد اجمالياً لتحل محل الأب الرجعي.

الاعتبارات الوراثية :

أ- انتخاب النبات الأم : تحصل الخلايا النباتية على السايتوبلازم عن طريق الكاميتات الانثوية. ولذلك سيتحدد سايتوبلازم السلالات المشتقة عن طريق التهجين الرجعي بالنباتات التي استعملت كأناث في التهجين الابتدائي والتهجينات الرجعية التالية. يكتسب هذا اهمية خاصة عند استعمال العقم الوراثي الذكري- السايتوبلازمي لانتاج البذور الهجينة. حيث يتم تحويل السلالات الاصيلة الخصبة- ذكرياً وذات السايتوبلازم الاعتيادي السلالات (B) (B-lines) ولها جينات عدم الاسترجاع nonrestorer الى سلالات عقيمة السايتوبلازم (A-lines) وبذلك يمكن استعمالها كأب انثى عقيم ذكرياً في التهجين. وفي مثل برنامج التهجين الرجعي هذا تستعمل السلالة العقيمة ذكرياً وذات السايتوبلازم العقيم ولا تحمل جينات مسترجعة كأم في التهجين الابتدائي. ستكون النباتات الهجينة من التهجين الابتدائي وجميع التهجينات الرجعية التالية عقيمة ذكرياً بسبب امتلاكها السايتوبلازم العقيم.

واذا مارغب في استعادة سايتوبلازم الأب غير الرجعي يجب استعمال الأب غير الرجعي كنبات ام في التهجين الابتدائي حتى وان لم تشمل العقم الذكري السايتوبلازمي وفي جميع التهجينات الرجعية التالية يستعمل الاب الرجعي كنبات ذكري. يمكن استعمال سايتوبلازم الاب الرجعي من السلالات المشتقة من التهجينات الرجعية باستعمال الاب الرجعي كأم في التهجين الابتدائي او في اي جيل من التهجين الرجعي.

احتمالية نقل الجينات المرغوب فيها : تعتمد احتمالية استعادة الجينات المرغوب فيها عن طريق التهجين الرجعي على التكرار المتوقع للافراد الحاملة للجينات وعدد الافراد المتوفرة. بالامكان حساب عدد البذور او النباتات الضروري لتحقيق مستوى احتمال معين للنجاح في اسعادة الجينات المرغوب فيها.

هذا وقد اعطى (Sedcole 1977) طرق أربعة لحساب العدد الكلي الضروري للحصول على واحد أو اكثر من الجينات المرغوب فيها تحت احتمال معين للنجاح. تختلف الطرق في درجة دقتها للتقديرات وتعقيد الحسابات. استخدم الطرق الادق والاعقد حسابياً لوضع جدول يمكن استعماله لتحديد عدد النباتات المطلوبة لاغلب الحالات التي تصادف في برامج التهجين الرجعي وهي موضحة في الجدول ١٤- ١.

الجدول ١٤ – ١ : عدد النباتات الكلي والضروري للحصول على النباتات التي تحمل الجينات المرغوب فيها.

p*	q*	r (عدد النباتات المطلوب الحصول عليها) ١	٢	٣	٤	٥	٦	٨	١٠	١٥
٠,٩٥	١/٢	٥	٨	١١	١٣	١٦	١٨	٢٣	٢٨	٤٠
	١/٣	٨	١٣	١٧	٢١	٢٥	٢٩	٣٧	٤٤	٦٢
	١/٤	١١	١٨	٢٣	٢٩	٣٤	٤٠	٥٠	٦٠	٨٤
	١/٨	٢٣	٣٧	٤٩	٦٠	٧١	٨٢	١٠٣	١٢٣	١٧٢
	١/١٦	٤٧	٧٥	٩٩	١٢٢	١٤٤	١٦٦	٢٠٨	٢٤٨	٣٤٧
	١/٣٢	٩٥	١٥٠	٢٠٠	٢٤٦	٢٩١	٣٣٤	٤١٨	٥٠٠	٦٩٧
	١/٦٤	١٩١	٣٠٢	٤٠١	٤٩٤	٥٨٤	٦٧١	٨٣٩	١٠٠٢	١٣٩٧
٠,٩٩	١/٢	٧	١١	١٤	١٧	١٩	٢٢	٢٧	٣٢	٤٥
	١/٣	١٢	١٧	٢٢	٢٧	٣١	٣٥	٤٤	٥٢	٧١
	١/٤	١٧	٢٤	٣١	٣٧	٤٣	٤٩	٦٠	٧٠	٩٦
	١/٨	٣٥	٥١	٦٤	٧٧	٨٩	١٠١	١٢٤	١٤٦	١٩٨
	١/١٦	٧٢	١٠٤	١٣٢	١٥٨	١٨٢	٢٠٦	٢٥٢	٢٩٦	٤٠٢
	١/٣٢	١٤٦	٢١٠	٢٦٦	٢١٨	٢٦٨	٣١٦	٥٠٨	٥٩٧	٨٠٩
	١/٦٤	٢٩٣	٤٢٣	٥٣٥	٦٤٠	٧٣٩	٨٣٥	١٠٢٠	١١٩٨	١٦٢٣

p* احتمال استعادة (r) من النباتات التي تحمل الجينات المرغوب فيها.

q* تكرار النباتات التي تحمل الجينات المرغوب فيها.

المصدر، Sedcole (1977).

وقد اشار Sedcole 1977 للحالات التي لم يشملها الجدول الى طريقة لحساب عدد النباتات المطلوبة من المعادلة (١٤ – ١) التالية :

$$n = \frac{[2(r-0.5)+z^2(1-q)]+z[z^2(1-q)^2+4(1-q)(r-0.5)]^{\frac{1}{2}}}{2q} \quad ...(14-1)$$

حيث ان :

n = العدد الكلي للنباتات المطلوبة

r= عدد النباتات المطلوبة التي تحمل الجينات المرغوب فيها

p = تكرار النباتات ذات الجينات المرغوب فيها

q = احتمال استعادة العدد المطلوب من النباتات ذات الجينات المرغوب فيها

z = قيمة دالة للاحتمال P.

ان قيمة z = 1.645 لقيمة P المساوية الى 0.05 و Z = 2.326 لقيمة P المساوية الى 0.99 وعلى سبيل المثال اذا كانت قيم r= 15 , $q = \frac{1}{64}$ و p = 0.95 و (z = 1.645) فان (n)

$$n = \frac{\left[12(14.5)+1.645^2\left(\frac{63}{64}\right)\right]+1.645\left[1.645^2\left(\frac{63}{64}\right)^2+4\left(\frac{63}{64}\right)(14.5)\right]^{\frac{1}{2}}}{2\times\frac{1}{64}}$$

n = 1420

كذلك يجب الاخذ بنظر الاعتبار نسب الانبات عند تحديد عدد البذور المطلوبة لاعطاء عدد معين من النباتات والمعادلة هي (١٤ – ٢) :

عدد البذور= عدد النباتات المطلوبة / نسبة الانبات .... (١٤ – ٢)

وعلى سبيل المثال اذا كان المطلوب ١٠٠ نبات وكانت نسبة الانبات ٨٠٪ فان الحسابات تكون :

عدد البذور= ١٠٠ / ٠,٨٠ = ١٢٥ بذرة

ستوضح الحسابات في التهجين الرجعي في المثال التالي حيث ستذكر الحسابات المرفقة لنقل صفة مرغوب فيها مثل المقاومة للامراض والتي يتحكم بها أليل منتحٍ Fehr،1987.

الموسم الاول : اجراء التهجين بين الاب غير الرجعي (rr) مع الأب الرجعي (RR). يعتمد عدد بذور الجيل الاول الواجب الحصول عليها على عدد النباتات الهجينة المطلوبة في الموسم الثاني لغرض التضريب والحصول على العدد المطلوب من بذور التهجين الرجعي الأول(BC_1F_1)). وسنفرض انه يمكن الحصول على بذور BC_1F_1 على نبات واحد من الجيل الاول B_1 وان نسبة انبات الجيل الاول ٨٠٪. ان أقل عدد من بذور الجيل الاول الواجب الحصول عليها وهي :

$$= \frac{\text{نبات واحد للجيل الاول } F_1}{٠,٨٠} = ٢ \text{ بذرة } F_1.$$

لذلك يجب الحصول على بذرتين F_1 خلال الموسم الاول على الاقل.

الموسم الثاني : تهجن نباتات الجيل الاول (Rr) الى الاب الرجعي (RR) للحصول على بذور BC_1F_1 التي تتكون وكمعدل من ٥٠٪ (Rr) و ٥٠٪ (RR). فما هو عدد بذور BC_1F_1 المطلوبة؟ الجواب يكون دالة العوامل التالية (أ) عدد النباتات الخليطة للجيل الرجعي الاول BC_1F_1 المرغوب تهجينها في الموسم الثالث. (ب) احتمالية النجاح المطلوبة للحصول على العدد المرغوب فيه من نباتات BC_1F_1 الخليطة و (جـ) نسبة الانبات. سنفرض ان المطلوب ثلاثة نباتات BC_1F_1 خليطة وان احتمال النجاح ٩٩٪. عندما تكون p = ٠,٩٩ و r = ٣ و q = تكرار افراد (Rr) = $\frac{١}{٢}$ فان عدد نباتات BC_1F_1 التي يجب توفيرها في الموسم الثالث هو(١٤) (جدول ١٤ – ١). وبنسبة انبات ٨٠٪ فان عدد بذور BC_1F_1 المطلوبة ١٤ ÷ ٠,٨ = ١٨ بذرة.

الموسم الثالث : يهجن كل نبات BC_1F_1 (Rr أو RR) الى الأب الرجعي للحصول على بذور BC_2F_1. فما هو عدد بذور BC_2F_1 المطلوبة على كل نبات؟ يعتمد الجواب على : (أ) عدد نباتات BC_2F_1 الخليطة والمرغوب تهجينها في الموسم الرابع . (ب) احتمالية النجاح المطلوبة و (جـ) نسبة الانبات. سنفرض ان المرغوب فيه نباتان خليطان من نباتات BC_1F_1 واحتمال النجاح ٩٥٪. اذا تم تهجين النباتات الخليطة BC_1F_1 (تهجين (Rr) مع

الاب الرجعي) فإن تكرار الخليط لبذور (Rr) (BC_2F_1) يكون $\frac{١}{٢}$. وعندما تكون p= ٠,٩٥ و r= ٢ و q= $\frac{١}{٢}$ فان عدد النباتات المطلوبة يكون ٨. وبنسبة انبات ٨٠٪ فان عدد بذور $BC_2\,F_1$ المطلوبة من نبات $BC_1\,F_1$ ستكون ٨/ ٠,٨٠= ١٠ بذور.

الموسم الرابع : تستعمل بذور $BC_1\,F_2$ لاختبار نسب نبات $(BC_1\,F_1)$. فما هو عدد نباتات $BC_1\,F_2$ التي يجب تنميتها للتقويم الملائم لافراد $BC_1\,F_1$؟ كل نبات هجين (Rr) سيكون له نسل ينعزل في المعدل الى $\frac{٣}{٤}$ حساس (RR أو Rr) و $\frac{١}{٤}$ مقاوم (rr). ان عدد نباتات $BC_1\,F_2$ التي يجب زراعتها سيعتمد على اقل عدد من النباتات المقاومة التي يجب ان نجدها في النسل واحتمال النجاح. وعندما تكون p= ٩٩٪ و r= ٢ و q= $\frac{١}{٤}$ فان عدد النباتات هو ٢٤. وبنسبة انبات ٨٠٪ فان عدد بذور $BC_1\,F_2$ التي يجب زراعتها لاغراض إختبار النسل ستكون ٢٤/ ٠,٨٠= ٣٠ نبات.

المثال السابق يوضح الصفات التي سيطر عليها جين مفرد واذا كان هناك جينين او اكثر فان عدد النباتات المطلوبة في كل جيل من التهجين الرجعي لنقل الجينات المرغوب فيها بنجاح ستزداد بشكل اساسي. وكمثال افرض ان الصفة المرغوبة تتحكم فيها اليلات سائدة لموقعين. فان التهجين الاول بين الاب غير الرجعي (AA BB) والاب الرجعي (aabb) يعطي F_1 (Aa Bb). وعندما تهجن نباتات الجيل الاول الى الاب الرجعي فما هو عدد نباتات Aa Bb الواجب الحصول عليها ولتوكيد نسبة نجاح ٩٩٪ في الحصول على ثلاثة نباتات ولها الجينان السائدان معاً؟ ان تكرار كاميتات (AB) من نباتات F_1 هو $\frac{١}{٤}$ وهو تكرار نباتات Aa Bb المتوقع في $BC_1\,F_1$. وعندما تكون قيمة p= ٩٩٪ و q= $\frac{١}{٤}$ و r= ٣ فان عدد نباتات $BC_1\,F_1$ المطلوبة ٣١ (جدول ١٤ – ١) وبالمقارنة في الحصول على العدد نفسه من الافراد الخليطة $BC_1\,F_1$ في حالة الجين الواحد والتي احتاجت ١٤ نباتاً فقط.

استعادة الجينات من الاب الرجعي :

ان هدف التهجين الرجعي هو استعادة الجينات من الأب الرجعي ماعدا تلك التي تنقل من الاب الواهب (غير الرجعي). ويعتمد معدل استعادة الجينات على مقدار الانتخاب للصفات من الاب الرجعي الذي يمارس اثناء التهجين الرجعي كذلك على الارتباط.

وبغياب الانتخاب والارتباط يزداد معدل النسبة المئوية للجينات من الاب الرجعي في كل تهجين رجعي بمقدار نصف النسبة المئوية للاصل الوراثي للاب غير الرجعي والموجودة في جيل التهجين الرجعي السابق (جدول ١٤ - ٢) المعادلة العامة لمعدل استعادة الأب الرجعي هي :

$$\text{معدل الاستعادة} = 1 - \left(\frac{1}{2}\right)^{n+1} \quad \cdots \quad (14-3)$$

حيث n= عدد التهجينات الرجعية للاب الرجعي. تكون قيمة n= 0 في الهجين الابتدائي (F_1) وفي BC_1 تكون قيمة n= ١ وهكذا.

جدول ١٤ - ٢ : معدل استعادة الجينات من الاب التكراري خلال التهجين الرجعي

الجيل	النسبة المئوية للآباء	
	الرجعي	غير الرجعي
F_1	٥٠	٥٠
BC_1 F_1	٧٥	٢٥
BC_2 F_1	٨٧,٥	١٢,٥
BC_3 F_1	٩٣,٧٥	٦,٢٥
BC_4 F_1	٩٦,٨٧٥	٣,١٢٥
BC_5 F_1	٩٨,٤٣٧٥	١,٥٦٢٥

عن : Fehr (1987) 370 pp

استعمل مصطلح معدل استعادة الجينات في كل جيل من التهجين الرجعي وذلك لوجود مدى بين النباتات في عدد الجينات المستعادة من افراد الاب التكراري. في كل جيل والتي تكون اصيلة لجينات الاب التكراري. اورد Allard (1960) المعادلة العامة التالية :

$$\text{نسبة الافراد الاصيلة} = \left(\frac{2^m - 1}{2^m}\right)^n$$

حيث : m= عدد التهجينات الرجعية الى الأب التكراري.

n= عدد الجينات التي تكون الآباء الرجعية وغير الرجعية الاليلات المختلفة او عدد المواقع الخليطة.

تكون قيمة m للتهجين الابتدائي F= ٥ اما في BC_1F_1 فان m= ١ وهكذا.

واذا اختلف الاب الرجعي وغير الرجعي بأليلات مختلفة في عشرة مواقع فان ٠,١ ٪ من نباتات BC_1F_1 و ٦ ٪ من BC_2F_1 و ٢٦ ٪ من BC_3F_1 ستكون اصيلة للعشر آليلات من الأب الرجعي (جدول ١٤ – ٣). وستكون لبقية النباتات تكرارات متغايرة من الاليلات العشرة. ونتيجة لذلك سيكون هناك تباين كبير في المظهر الخارجي للنباتات خصوصاً في الاجيال الاولى. الانتخاب للنباتات من التهجين الرجعي والتي تماثل الاب الرجعي يمكن ان يزيد من معدل استعادة الجينات. ولذلك السبب فمن المفيد الحصول على اكثر من العدد الاقل من النباتات المطلوبة للتأكد من وجود الجينات. وكمثال اذا كان تكرار النباتات التي لها جينات مرغوب فيها $\left(q = \frac{1}{2}\right)$ واحتمال النجاح $(p = 0.95)$ فان الحد الادنى لعدد النباتات المطلوبة هو خمس للحصول على الجينات المرغوب فيها. واذا حصلنا على (٤٠) نباتاً من التهجين الرجعي فان ١٥ نباتاً سيكون لها الجينات المرغوب فيها. يمكن ان يعجل الانتخاب بين الـ ١٥ نباتاً لتلك التي تشابه الاب الرجعي في استعادة الجينات من الاب الرجعي.

الجدول ١٤ – ٣ : النسبة المئوية للافراد الاصيلة لاليلات الاب الرجعي في الأجيال المختلفة من التهجين الرجعي.

عدد الجينات المختلفة الاليلات	أجيال التهجين الرجعي					
	١	٢	٣	٤	٥	٦
	٪					
١	٥٠	٧٥	٨٨	٩٤	٩٧	٩٨
٢	٢٥	٥٦	٧٧	٨٨	٩٤	٩٧
٥	٣	٢٤	٥١	٧٢	٨٥	٩٢
١٠	٠,١	٦	٢٦	٥٢	٧٣	٨٥

تأثير الارتباط في استعادة الجينات من الأب الرجعي :

ناقش Pop و Harlan (1922) تأثير الارتباط على استعادة جينات الاب الرجعي. واشاروا الى ان التهجين الرجعي يوفر فرصة جيدة للعبور الوراثي بين الجينات المرغوب فيها من الأب غير الرجعي والجينات غير المرغوب فيها المرتبطة معها. واذا فرضنا ان صفة المقاومة للمرض (R) مرتبطة مع صفة غير مرغوب فيها مثل (d) في الاب غير الرجعي ، وان للأب الرجعي الأليلات (rD). ولاستعادة الكاميت المرغوب فيه (RD) فان العبور الوراثي بين (Rd) يكون فعالاً في التراكيب الوراثية الخليطة (Rd / rD) وليس فعالاً بين الافراد الاصيلة $\frac{Rd}{Rd}$ أو (RD / RD). وفي كل جيل من التهجين الرجعي تتحد الكاميتات (Rd) مع كاميتات rD من الأب الرجعي لانتاج أفراد بالتركيب الوراثي (Rd / rD). وبالمقارنة يختزل التلقيح الذاتي في المجتمع نسبة الافراد الخليطة وبذلك تقلل من امكانية حصول عبور وراثي مؤثر.

اشار Allard (1960) الى أن احتمال ازالة الجين غير المرغوب فيه والمرتبط الى جين مرغوب فيه يمكن تحديده بالمعادلة ١٤ – ٥.

$$1 - (1 - p)^{m+1} \qquad \ldots(5-14)$$

حيث (P) يمثل معامل الاتحادات الجديدة (العبور الوراثي) بين الجينات المرتبطة و (m) عدد التهجينات الرجعية. وعلى سبيل المثال اذا كان معامل الاتحادات الجديدة 0.10 ، فان احتمال ازالة الأليل غير المرغوب فيه من دون الانتخاب خلال خمسة اجيال من التهجين الرجعي :

$$1 - (1 - 0.10)^{5+1} = 0.47$$

يوضح الجدول ١٤–٤ احتمال ازالة الجين غير المرغوب فيه (b) والمرتبط الى الجين المرغوب فيه عن طريق التلقيح الذاتي والتهجين الرجعي عند عدم ممارسة الانتخاب.

جدول ١٤-٤ : تأثير الارتباط في احتمال ازالة الجين غير المرغوب فيه (b) والمرتبط بالجين المرغوب فيه (A)

معامل الاتحادات الجديدة	احتمال ازالة الجين غير المرغوب فيه	
	مع خمس تهجينات رجعية	بالتلقيح الذاتي
٠,٥٠	٠,٩٨	٠,٥٠
٠,٢٠	٠,٧٤	٠,٢٠
٠,١٠	٠,٤٧	٠,١٠
٠,٠٢	٠,١١	٠,٠٢
٠,٠١	٠,٠٦	٠,٠١
٠,٠٠١	٠,٠٠٦	٠,٠٠١

عن : Allard (1960) 152 pp

التهجينات الرجعية للصفات الكمية:

يرتبط مدى سهولة ونجاح التهجين الرجعي على:

(أ) عدد الجينات التي تسيطر على الصفة.

(ب) دور البيئة في تأثيرها في تعبير الجين.

وبزيادة عدد الجينات فان نسبة التراكيب الوراثية المرغوب فيها تقل. وبانخفاض نسبة التراكيب الوراثية المرغوب فيها يجب زيادة عدد النباتات المزروعة لاستعادة التركيب الوراثي المرغوب فيه. ويمكن فهم هذه العلاقة من دراسة الجدول ١٤-١ ولمختلف قيم q. ولذلك فان احدى المشاكل التي ترافق التهجين الرجعي للصفات الكمية هو كبر حجم المجتمع الواجب استخدامه.

الصعوبة الثانية في التهجين الرجعي للصفات الكمية هو تأثير البيئة في تعبير الجين المرغوب فيه. يعتمد النجاح في برنامج التهجين الرجعي على القدرة في التعرف

على التراكيب الوراثية المرغوب فيها في كل جيل. وعندما يكون للبيئة تأثير كبير في ظهور الصفة فان من الصعوبة تمييزها.

يتأثر النجاح في نقل الصفة الكمية بعوامل :

(أ) الانتخاب للأب الرجعي.

(ب) التلقيح الذاتي.

(جـ) اختبار النسل.

(أ) انتخاب الأب غير الرجعي:

قد يكون من الصعوبة واحيانا من غير الممكن النقل الكامل للصفة الكمية كما هي موجودة في الأب غير الرجعي. ولهذا السبب قد يكون من المفيد اختيار الأب غير الرجعي الذي يكون متطرفاً في الصفة المرغوب فيها نقلها الى السلالات المشتقة من التهجين الرجعي. فعلى سبيل المثال افرض أن الهدف هو الحصول على صنف مبكر بعشرة أيام. فاذا كان الأب الرجعي المختار يصل النضج بعشرة أيام قبل الأب الرجعي فان بالأمكان الحصول على سلالات تبكير بـ ٧ أو ٨ أيام من الأب الرجعي ولكن من الصعوبة جدا الحصول على تبكير بعشرة أيام. البديل هو استعمال أب غير رجعي يبكر بعشرين يوما وبذلك يستطيع المربي تحقيق الهدف المطلوب.

وكما في الصفة النوعية فان الأب غير الرجعي يجب ان يماثل الأب الرجعي قدر الامكان في جميع الصفات ماعدا الصفة تحت النقل. وهذا مايقلل من عدد اجيال التهجين الرجعي المطلوبة لاستعادة السلالات ذات الصفات المرغوب فيها للأب الرجعي.

(ب) التلقيح الذاتي:

تكون الجينات التي تسيطر على الصفة المرغوب فيها خليطة بعد كل تهجين رجعي وتختلف نباتات التهجين الرجعي الأول بعدد الأليلات المرغوب فيها التي تمتلكها من الأب غير الرجعي. وبسبب كون الأليلات من الأب الرجعي مشتركة بين جميع النباتات فان التباين بين نباتات التهجين الرجعي $BC\ F_1$ للصفة المرغوب فيها قد يكون محدوداً.

لذلك فان التلقيح الذاتي للنباتات بعد كل تهجين رجعي يزيد من عدد التراكيب الوراثية المختلفة بتكوينها نباتات أصيلة للأليلات. ويمكن كشف الافراد الناتجة عن التلقيح الذاتي والتي تمتلك تكراراً عالياً للأليلات المرغوب فيها وبعضها أصيلا بصورة أسهل من أفراد التهجين الرجعي التي تكون خليطة المواقع. ويزيد كل جيل من التلقيح الذاتي من تكوين المواقع الأصيلة وبالتالي التغاير بين المواقع ولذلك يمكن ممارسة الانتخاب بين نباتات الجيل الثاني F_2 أو الأجيال التالية:

(ج) اختبار النسل:

ان الانتخاب على أساس النبات المفرد يكون غير مؤثر نسبيا للصفة التي تتأثر بشدة بالظروف البيئية. ويمكن ان يحسن اختبار نسل مكرر لأفراد التلقيح الذاتي من مصداقية المعلومات حول الامكانية الوراثية للنبات المفرد ويزيد من استعمال التراكيب الوراثية في التهجين الرجعي التي لها تكرار عالٍ من الأليلات المرغوب فيها. واذا ما تم التلقيح الذاتي يدويا او طبيعيا خلال اختبار النسل فان انتخاب النباتات المفردة ضمن السلالات المتفوقة قد يزيد من فرصة انتخاب الأفراد المتفوقة لاغراض التهجين الرجعي Fehr 1987.

وفيما يلي برنامج تهجين رجعي لتحسين محتوى البروتين في بذور سلالة نقية من ٢٠٪ الى ٢٥٪. تم اختبار الأب غير الرجعي ذي محتوي بروتين يبلغ ٣٠٪ وانه يشبه الأب الرجعي في صفاته قدر الامكان.

الموسم الاول: الحصول على بذور الجيل الأول من تهجين الأب غير الرجعي (٣٠٪ بروتين) والأب الرجعي (٢٠٪ بروتين).

الموسم الثاني: يتم التلقيح الذاتي لنباتات الجيل الأول F_1 للحصول على نباتات الجيل الثاني F_2.

الموسم الثالث: زراعة نباتات الجيل الثاني والآباء الرجعية وغير الرجعية بشكل منفصل.

ويتم تقييم نباتات الجيل الثاني في محتواها من البروتين ويقارن مع الآباء. يحتفظ بنباتات الجيل الثاني التي أعطيت أعلى نسبة بروتين لاغراض اختبار النسل في الموسم الرابع كسلالات F_2:3.

الموسم الرابع: زراعة اختبار مكرر لسلالات F_2:3 التي حفظت من الموسم الثالث. ويتم التعرف على سلالات F_2:3 التي لها أعلى محتوى بروتيني لغرض استعمالها كآباء في التهجين الرجعي الأول خلال الموسم الخامس.

الموسم الخامس: يتم تهجين السلالات المشتقة من الجيل الثاني التي لها أعلى نسبة بروتين مع الأب الرجعي للحصول على بذور التهجين الرجعي الأول BC_1F_1.

الموسم السادس: التلقيح الذاتي لنباتات التهجين الرجعي الأول BC_1,F_1 للحصول على بذور BC_1F_2.

الموسم السابع: زراعة نباتات الجيل BC_1F_2 والآباء وتحصد بصورة منفصلة يتم التعرف على نباتات BC_1F_2 ذات محتوى البروتين العالي لاغراض اختبار النسل في الموسم الثامن كسلالات $BC_1F_{2:3}$

الموسم الثامن: زراعة اختبار مكرر لسلالات $BC_1F_{2:3}$ المحتفظ بها من الموسم السابع ويتم التعرف على سلالات $BC_1F_{2:3}$ التي لها أعلى محتوى بروتين للاستعمال كآباء في التهجين الرجعي الثاني خلال الموسم التاسع.

الموسم التاسع – الموسم الثاني عشر: يتم اجراء التهجين الرجعي الثاني ويقوم النسل بنفس الطريقة المتبعة في المواسم الخامس الى الثامن. جميع التهجينات الرجعية التالية تجري وتقوم بالطريقة نفسها.

وبعد اجراء العدد المرغوب فيه من التهجينات الرجعية يتم اختبار نسل ذي نسبة البروتين العالية والصفات المرغوب فيها للأب الرجعي من ناحية الحاصل وغيرها من الصفات. ويتم حصاد السلالات ذات الصفات المرغوب فيها اجماليا وتستعمل كبديل محسن للأب الرجعي .

تتغاير طريقة التهجين الرجعي للصفة الكمية حسب درجة التوريث للصفة وأهمية الوقت في انجاز العمل.

١- اذا أمكن التقويم الملائم للصفة على أساس النبات المفرد فان بالامكان غض النظر عن اختبار النسل المكرر. وان كان للنبات المفرد قيمة محدودة فان اختبار النسل المكرر يكون الطريقة الوحيدة للتعرف على الصفات المرغوب فيها.

٢- يمكن ان يساعد الانتخاب على أساس النبات المفرد ضمن نسل نباتات الجيل الثاني F_2 في التعرف على الانعزالات المتفوقة للصفة.

٣- اذا كان للوقت أهمية فأنه يمكن اجراء التهجين الرجعي على النباتات والسلالات خلال موسم تقويمها. ويمكن الاحتفاظ ببذور التهجين الرجعي من النباتات أو السلالات التي لها صفات مرغوب فيها.

عدد التهجينات الرجعية:

ان معدل استعادة الأب الرجعي مهم عندما يقرر مربي النبات عدد أجيال التهجين الرجعي اللازمة لتحقيق هدف التربية. عندما يكون الآباء متماثلين من الناحية الوراثية فمن الناحية النظرية تكون استعادة الأب الرجعي أقل مايمكن، بينما عندما تكون الآباء مختلفة جدا فاننا نحتاج الى عدد أكبر من التهجينات الرجعية لازالة المعلومات الوراثية غير المرغوب فيها. كما ان الارتباط يعقد من المشكلة حيث سيحصل انخفاض في سرعة استعادة الأب الرجعي عندما يكون الأليل من الأب الرجعي مرتبطاً بأليل غير مرغوب فيه من الاب الواهب. وان ازالة مثل هذا الأليل يعتمد على تكرار الاتحادات الجديدة في المنطقة الكروموسومية المعينة. يتحدد تكرار الاتحادات الجديدة كما هو معروف من المعلومات الوراثية بالمسافة الخرائطية والبعد عن السنترومير ووجود تراكيب كروموسومية شاذة مثل الانقلابات والانتقالات الكروموسومية.

على العموم وحسب برنامج التربية فان عدد التهجينات الرجعية يتراوح من ٣-١٠ تهجينات رجعية. وعند استعمال (١٠) تهجينات رجعية فان جميع صفات الأب الرجعي سيتم استعادتها. وكمعدل تستعمل (٥-٦) أجيال رجعية. عادة يكون الانتخاب في الأجيال الاولى مكثفا للأب الرجعي، ولكن بعد التهجين الرجعي الثالث كان الانتخاب غير مؤثر. لذلك فان بعض المربين يفضل اجراء ثلاث تهجينات رجعية في الغالب حيث يتم استرجاع جزء كبير من الأب الرجعي وتبقى نسبة كبيرة من التباين الوراثي لغرض تحسين الأقلة والحاصل. حيث يتم اتباع طريقة النسب أو البلكية بعد التهجين الرجعي الثالث.

عندما تكون لدينا صفتان للنقل فمن المفضل نقل كل صفة في برنامج مستقل وبعد اتمام النقل لكل الصفات يتم عمل التهجين بين BC_5F_1 للصفة الأولى مع BC_5F_1 للصفة الثانية بهدف جمع الصفتين.

التربية للاهداف الاقتصادية:

كما قلنا فان طريقة التهجين الرجعي استعملت غالبا لنقل الصفات الوصفية. وفي الغالب لنقل المقاومة للامراض فاستخدمت لنقل المقاومة للتفحم المغطى في الحنطة في كاليفورنيا. حيث استخدم الصنف بارت Baart كأب رجعي جيد في أغلب الصفات

ماعدا صفة المقاومة لمرض التفحم المغطى وانتخاب تراكيب وراثية مرغوب فيها من أجيال التهجين الرجعي (Briggs, 1930). وكان مصدر المقاومة الصنف مارتن Martin. وكان للعدد من السلالات المشتقة من التهجين الرجعي نسبة اصابة منخفضة ٣-٤٪ وهذه النسبة لاتساعد الفطر على ادامة نفسه. في العراق ،الصنف المحلي صابربيك حساس للاصابة بالتفحم وقد أعطت التهجينات بين هذا الصنف والصنف بافون Pavon نسبة منخفضة للأصابة (Adary, 1987*et.al)*.

استخدم التهجين الرجعي في الرز صنف كالروس Calros الذي نتج من التهجين بين Calros كأب رجعي قصير الحبة مع الصنف Lady wright (أب غير رجعي طويل الحبة) الذي انتج بعد عدة تهجينات رجعية الصنف كالروس ذي الحبة المتوسطة مع احتفاظه بالحاصل العالي للنصف كالورا. كما استعمل في التفاح لنقل المقاومة لمرض جرب التفاح apple scab *Malus floribanda* كما استعمل (1955) Sprague الطريقة لتحسين السلالات النقية في هجن الذرة الصفراء كما استعملت في القطن، والتبغ والطماطة والبطاطا. كما استعملت في محصول الجت لاستنباط الصنف Caliverd الذي يحمل المقاومة للذبول البكتيري، البياض الدقيقي وبقع الورقة عن طريق نقل اليلات المقاومة بالتهجين الرجعي Stanford 1952.

ظاهرة الارتداد: Introgression

الارتداد ظاهرة أو نظام التهجين بين الأنواع ويتبعه تهجين رجعي الى احد الآباء. وفي هذه الطريقة تنقل صفات معينة من أحد الأنواع دون التأثير على تكامل النوع الآخر. وقد تحصل هذه بصورة طبيعية. ينجز التهجين الرجعي هدفين في هذه الحالة: فهو يميل الى تحسين الخصوبة والقدرة على تكاثر النسل والسماح باستعادة الأب الرجعي مع احتفاظه بكمية قليلة من المعلومات الوراثية من الأب الواهب. ظاهرة الارتداد مهمة جدا في تطور النبات بسبب تبادل المعلومات من احد الأنواع الى آخر. قد يحصل عقم في الجيل الأول نتيجة عدم التوازن السايتولوجي لضعف الاقتران الكروموسومي اثناء الانقسام الميوزي.

وقد درس تحسين الاستقرارية الميوزية عن طريق التهجين الرجعي لأنواع من الشوفان Ladizinsky 1977 و Fainstein.

وقد أشار Dvorak (1977) الى امكانية نقل جين المقاومة لمرض صدأ الورقة من خلال برنامج الارتداد من نوع الحشيشة البرية *Aegilops speltoides* (2n — 14) الى

الحنطة الاعتيادية (42 = 2n). كان الجيل الأول رباعي المجموعة الكروموسومية وعقيم ذكريا. وبعد خمسة تهجينات رجعية كانت نسبة كبيرة من النسل خصبة ذاتيا وسداسي المجموعة الكروموسومية مع اقتران كروموسومي اعتيادي مع امتلاكها لجين المقاومة من النوع البري. تم نقل جينات المقاومة الى كروموسومات الحنطة وكانت فعالة في اظهار المقاومة للمرض.

أشار Hawkes (1977) الى أهمية الارتداد في استعمال الأصول البرية في تربية النبات خصوصا في البطاطا، الخيار، الطماطة وغيرها. وذكر أن مشاكل العقم في برامج التربية هذه يتم التغلب عليها باتباع طريقة التهجين الرجعي لزيادة استعمالها بهدف زيادة التباين الوراثي.

السلالات المتشابهة: Isogenic Lines

السلالات المتشابهة عبارة عن مجاميع من المواد ضمن الصنف التي تختلف بجين واحد أو عدد قليل جدا من الأليلات. ففي الرز على سبيل المثال فان سلالتين متشابهتين لها نفس التكوين الوراثي ماعدا الاليلات التي تحكم صفات معينة مثل الارتفاع أو المقاومة للأمراض عادة يتم استحداث هذه السلالات عن طريق التهجين الرجعي بحيث يمكن الانتخاب لشكلين من الأليلات في اساس وراثي واحد للأب الرجعي. فاذا كان الارتفاع يسيطر عليه جين واحد وكان الطول سائدا على القصر فان هذه الأليلات يمكن نقلها عن طريق التهجين الرجعي الى أي صنف. تعتمد أصالة الأساس الوراثي للسلالات المتشابهة على عدد التهجينات الرجعية حيث قد يحتاج من ١٠ - ١٢ تهجين رجعي في السلالات المتشابهة الحقيقية أو ٣ - ٤ تهجينات رجعية في السلالات المتشابهة تقريبا.

تكمن أهمية السلالات المتشابهة في القدرة على تحديد أثر أليلات معينة على آداء أو فسلجة النبات. فمن الممكن قياس أثر وجود السفا من عدمها على المحصول الحبوبي تحت ظروف بيئية معينة مقارنة بين اثنين من السلالات المتشابهة أحدها بسفا والاخرى بدون سفا. الشيء نفسه في صفات مثل المقاومة للمرض، وجود الزغب أو الاستجابة للمواد الكيميائية أو في صفات النبات مثل حجم الورقة وشكلها ولونها.

الأصناف المتعددة الخطوط : Multiline Varieties

تمت الاستفادة من فكرة استخدام السلالات المتشابهة في استنباط الأصناف المتعددة الخطوط. وكان اول من نادى بها (1952) Jensen في الشوفان. وقد دلت الدراسات على استخدام الاصناف المحلية أو المجتمعات الطبيعية التي تتميز بعدم التجانس الوراثي في قدرتها على الأداء الجيد في مدى واسع من البيئات. وقد أصبحت برامج التربية الحديثة وطرق الزراعة والمعقدة التي تحتاج الى أصناف على درجة عالية من التجانس الوراثي. هذا التجانس الوراثي داخل الصنف أدى الى أن تكون هذه الاصناف عرضة للأخطار الطبيعية أو انتشار الامراض بشكل وبائي. فكل صنف قد يتعرض لهجوم كاسح من قبل سلالة مرضية بعد حصول تغيرات داخل الكائن المرضي. وفي الحنطة أشار (1959) Borlaug الى استنباط أصناف متعددة الخطوط لتأمين الحماية ضد مرض صدأ الساق الأسود. وقد اقترح من برنامجه في المركز العالمي لتحسين الذرة الصفراء والحنطة في المكسيك بتهجين الاصناف العالية الأنتاج (أب رجعي) مع اصناف غير رجعية وتمتلك جينات مختلفة لمقاومة المرض. كل سلالة مشتقة لها نفس الصفات الشكلية والاداء ويمكنها تحمل جينات مختلفة للمقاومة. يمكن الحصول على الأصناف المتعددة الخطوط من خليط عدة خطوط متشابهة. ففي الشوفان الصنف E74 المتعدد الخطوط يحتوي على تسعة خطوط متشابهة Frey *et al.* 1977. وقد ساهمت تسعة آباء غير رجعية. بجينات فريدة لمقاومة الصدأ مع خمس تهجينات رجعية الى الأب الرجعي في الحصول على هذا الصنف. وعبر سبعة سنوات لم تلاحظ زيادة الحساسية لمرض الصدأ التاجي في الصنف E74 وحيث ان المرض يتطور سنويا ولكن دون خسائر خطيرة.
تعود اسباب الحماية هذه الى عدد من الأسباب وهي :

١ . عدم وجود انتخاب طبيعي شديد لضروب المسبب المرضي الشديدة الاصابة حيث يسمح لكل ضرب بالتكاثر على مستوى منخفض جدا.

٢ . انتشار المرض ضمن الحقل يكون بطيئا وذلك لسقوط العديد من السبورات على نباتات مقاومة. هذه الناحية مهمة في الشوفان حيث يتحدد الحاصل النهائي بمرحلة نمو البذور بصورة متأخرة في موسم النمو.

على العموم لايزال استخدام الأصناف المتعددة الخطوط محدودا رغم ان المركز الدولي لتحسين الذرة الصفراء والحنطة في المكسيك قد قام بانتاج عدة أصناف من هذه

الاشكال . لاغراض مقاومة صدأ الساق والأوراق . وعلى اية حال فان هذه الأصناف توفر الفرصة لمقاومة الآفات كما أنها قد تساعد في تطوير اصناف لها القابلية على تحمل التغيرات البيئية Welsh 1981 .

ملخص :

تعد طريقة التهجين الرجعي من الطرق المفيدة جدا في نقل الصفات ذات قيمة التوريث العالية وذات ظهور جيد بوجود المرض . وهي طريقة محافظة ولكنها أداة جيدة في تحسين النبات بأتجاه الأب الرجعي . وهي طريقة سريعة وكفوءة وبالامكان نقل الجينات من الانواع البرية الى المزروعة عن طريق الارتداد. هناك امكانية تراكم العديد من الصفات الجيدة في صنف واحد. كما يمكن اجراؤها تحت ظروف بيئية تسمح بظهور الصفة أي بالامكان استخدام البيت الزجاجي او غرف النمو او الزراعة خارج الموسم للتعجيل في دورة التربية . كما ان الطريقة لاتحتاج لاجراء تجارب مقارنة الحاصل حيث يمكن اطلاق الصنف مباشرة الى الفلاحين دون اجراء تقويم للحاصل أو الاقلمة أو النوعية . وذلك لعدم فقدان التحسين الأولي في حاصل الحبوب بسبب ان التحسين يكون بشكل تدريجي . كما ان الطريقة تحتاج الى عدد قليل من النباتات وبالامكان تخمين وتكرار نتائجها . للطريقة صفة واحدة غير جيدة وهي عدم قدرة الطريقة على الجمع بين توافقات جينية من اثنين أو أكثر من الاصناف .

توفر الاصناف المتعددة الخطوط الفرصة للحصول على اصناف ذات أقلمة واداء تحت الظروف البيئية المختلفة . وتفيد السلالات المتشابهة في فهم دور الصفات المورفولوجية والفسيولوجية في حاصل النبات .

حاليا يتم دراسة بعض الهجن الرجعية الى الصنف صابربيك تحت الظروف الديمية لمنطقة الجزيرة في شمال العراق من حيث المحافظة على صفات المقاومة للجفاف للصنف صابربيك ونقل صفة المقاومة لأمراض الصدأ والتفحم اليه .

References مصادر الفصل الرابع عشر

Adary, A.H. 1987. Diallel analysis for covered smut (*Tilletia caries*) and (*Tilletia foetida*) in saberbeg (*Triticum aestivum* L.). Zanco vol 5 No.1: 51 – 59.

Allard, R.W. 1960. Principles of plant Breeding. John Wiley and sons. New York. U.S.A. pp 150 – 165.

Borlaug, N.E. 1959. The use of multilineal or composite varieties for control airborn epidemic disease of self pollinated crop plants. In first Int. Wheat Gen. Symposium Proc. Winnipeg, Manitoba, Canada pp 12 – 26.

Briggs, F.N. 1930. Breeding Wheats resistant to bunt by the backcross method. J.Am Soc. Agron. 22: 239 – 244.

Briggs, F.N. 1938. The use of the backcross in crop improvement. Amer. Nat. 72: 285 – 292.

Briggs, F.N. and P.F. Knowles. 1967. Introduction to plant breeding. Reinhold publishing corporation. U.S.A. pp 162 – 173.

Dvorak, J. 1977. Transfer of leaf rust resistance from *Aegilop speltoides* to *Triticum aestivum*. Can.J. Gem. Cytol. 19: 133 – 141.

Fehr, W.R. 1987. Principles of Cultivar development. Vol.1. Theory and Technique. MacMillan Publishing Co. New York, U.S.A. pp 360 – 375.

Frey, K.J., J.A.Browning and M.D. simons. 1977. Management systems for host resistance genes to control disease loss. pp 255 – 274. In p. Day (ed.) The genetic basis of epidemic in Agriculture. Ann.N.Y. Acad. SCi. 287.

Jensen, N.F. 1952. Intravarietal diversification in oat breeding. Agron. J. 44: 30 – 34.

Harlan, H.V. and M.N. pope. 1922. The use and value of backcross in small grain breeding. Jour. Hered. 13: 319 – 322.

Hawkes, J.G. 1977. The importance of wild germplasm in plant breeding. Euphytica 26: 615 – 621.

Ladizinsky, G. and R,Fainstein. 1977. Introgression between the cultivated hexaploid oat *A. sativa* and tetraploid wild *A. magna* and A. *murphyi*. Can. J. Genet. Cytol. 19: 59 – 66.

Sedcole, J.R. 1977. Number of plants necessary to recover atrait. Crop SCi. 17: 667 – 668.

Sprague, G.F. 1955. Corn breeding. pp 221 – 292. in G.F. Sprague (ed.). Corn and Corn improvement. Academic Press, New York. U.S.A.

Stanford, E.H. 1952. Transfer of resistance to standard varieties. Proc. Sixth Intern. Grasslands Congr. pp 1585 – 1589.

الفصل الخامس عشر

الانتخاب في المحاصيل خلطية التلقيح

Selection Cross Pollinated Crops

الفصل الخامس عشر

الانتخاب في المحاصيل خلطية التلقيح

أ. الانتخاب الأجمالي Mass Selection

المقدمة :

بصورة عامة تستجيب كل من المحاصيل الذاتية الاخصاب والخلطية الاخصاب بصورة مشابهة للانتخاب الأجمالي حيث ان معدل المجتمع لصفة مايتحرك باتجاه الضغط الانتخابي ويحتفظان بكمية كبيرة من التباين الوراثي . ويظهر تأثير نظام التربية عندما يمارس الانتخاب الفردي للنباتات. ففي النباتات الذاتية الاخصاب تنتج نسلا متجانسا بينما لايظهر مثل هذا التجانس في المحاصيل الخلطية التلقيح . ان نجاح الانتخاب الاجمالي في المحاصيل الخلطية الاخصاب يعتمد في المحافظة على عدد أكبر من الأفراد من جيل الى آخر حيث ان صغر حجم المجتمع يؤدي الى مايدعى بالانخفاض نتيجة التربية الداخلية Inbreeding depression لذلك يجب الابقاء على درجة عالية من الخلط الوراثي .

التأثير الانتخابي لموقع جيني واحد :

يعتمد مدى تأثير الانتخاب في الاحتفاظ بالأليل او ازالته من المجتمع ولموقع جيني واحد على درجة سيادة هذا الأليل. فان كان بالامكان تمييز التركيب الوراثي النقي (aa) من كل من التراكيب السائدة (AA) و (Aa) فمن الواضح ان الانتخاب للتركيب الوراثي (aa) ضد كل من (AA) و (Aa) سيزيل الجين A من المجتمع خلال جيل واحد ان كانت الازالة قبل الازهار. فعلى سبيل المثال ، مشكلة التفرعات الجانبية في عباد الشمس. ان وجود هذا الجين يؤدي الى الحصول على نباتات ذات عدة تفرعات في قمة الساق وكل منها

يحمل قرصا صغيرا. تعتمد هذه الصفة على الجين السائد (Br). وعند ازالة التراكيب (Br Br) و (Br br) قبل تفتح الازهار فان بالامكان ازالة الجين (Br) خلال جيل واحد وبشكل تام.

اما في حالة الرغبة في ازالة الجين المتنحي (a) من مجتمع فانه لا يمكن التمييز بين التراكيب (AA) و (Aa). يعتمد تأثير الانتخاب المستمر للتراكيب AA و Aa وازالة aa بدرجة كبيرة على تكرار (a) أو قيمة (q − 1) في توازن هاردي– واينبرغ). $q^2(AA) + 2q(1-q)(Aa) + (1-q)^2(aa)$ فاذا فرضنا أن (0.8 = q − 1) فان تكرار = 0.64 (aa) وسيكون تكرار (Aa = 0.32) أو أن نسبة (a) في التراكيب (Aa) و (aa) هي (0.16) و (0.64) على التوالي. أي يؤلف نسبة 0.8 من المجموع الكلي. وأن نسبة الأليل المزال من التركيب aa سيكون 0.8/ 0.64 = 80%.

أما اذا كانت (q − 1) = (0.2) فان تكرار التركيب الوراثي (aa) سيكون مساويا الى (0.04) وان نسبة الجين (a) المزال من aa ستكون (0.2/ 0.04) = 20%. هذه النتائج توضح ان الانتخاب ضد الأليل (a) بازالة التركيب (aa) مؤثر جدا عندما يكون التكرار الجيني عالياً وغير مؤثر ان كان التكرار الجيني لها واطئاً. لذلك لايمكن ازالة الأليل المتنحي بالانتخاب بسبب اختفاء الأليل المتنحي تحت مظلة الأليل السائد في الحالة الخلطية عند التكرار الواطئ. وبافتراض تكرار الأليل المتنحي في (F^2) هو (0.5) وتم ازالة جميع النباتات ذات التركيب (aa) في الجيل الثاني والأجيال التالية فان تكرار (a) سيكون كما يلي:

$F_3 = 0{\cdot}333$

$F_4 = 0{\cdot}250$

$F_5 = 0{\cdot}200$

$F_{10} = 0{\cdot}100$

$F_{50} = 0{\cdot}020$

$F_{100} = 0{\cdot}010$

وكمثال ايضا في محصول عباد الشمس نحصل في بعض الاجيال على نباتات ذات أقراص عبارة عن نسيج نباتي. تعود هذه الصفة الى جين متنح. ورغم انها لا تنتج بذوراً أو

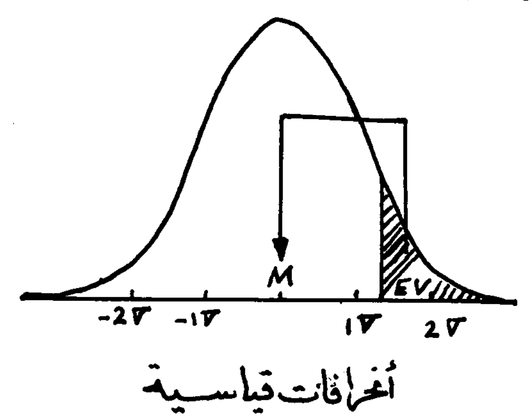
كاميتات فان الجين المسؤول عنها يبقى بمستويات واطئة وينتقل الى الأجيال التالية عن طريق النباتات الخلطية (Aa).

وفي مجتمع معين يعبر عن مدى ازالة تركيب وراثي بمعامل الانتخاب Selection coefficient(s) والذي يدمج مع معادلة هاردي- واينبرغ

$$q^2 (AA) + 2q(1-q)(Aa) + (1-q)^2 (1-5)\, aa \quad \ldots (2)$$

في هذه المعادلة يكون معامل التكاثر للتركيب AA و Aa = ١ وان الانتخاب موجه ضد التركيب aa حيث يزال من المجتمع بمعدل $S(1-q)^2$ في كل جيل. وعندما لانحصل على التركيب الوراثي (aa) أي يزال من المجتمع تماما يصبح معامل الانتخاب (S) = ١ أو ان قيمة $(1-q)^2(1-S)$ مساوية للصفر لذلك في مثال عباد الشمس يكون معامل الانتخاب مساويا لواحد.

في الشكل (١٥- ١) يوضح منحنى الانتخاب في الصفات الكمية وفيه موضح المصطلحات* المستخدمة اثناء عملية الانتخاب. شدة الانتخاب Selection (S) intensity يوضح نسبة النباتات المنتخبة التي يزيد معدل صفتها بانحرافات قياسية تعتمد على شدة الانتخاب المستعملة. فتكون بمقدار ١٠ ٪ ان كان المعدل للنباتات المنتخبة ينحرف بمقدار انحراف قياسي واحد (σ) وتكون شدة الانتخاب ١٦ ٪ عندما يكون المعدل أكثر بمقدار انحرافين (2σ).



شكل ١٥ - ١ . الانتخاب في الصفات الكمية حيث تتوزع بشكل طبيعي M = معدل المجتمع ، E = معدل المنتجات ، V= * شدة الانتخاب Selection intensit = ١٠ ٪ ، i = الفارق الانتخابي Selection differential = الفرق بين M و E بوحدات الانحراف القياسي.

(المصور Briggs and Knowles (1967), 198 pp).

الفارق الانتخابي Selection differental يعبر عن الفرق بين متوسط المجتمع ومعدل النباتات المنتخبة كآباء للجيل التالي.

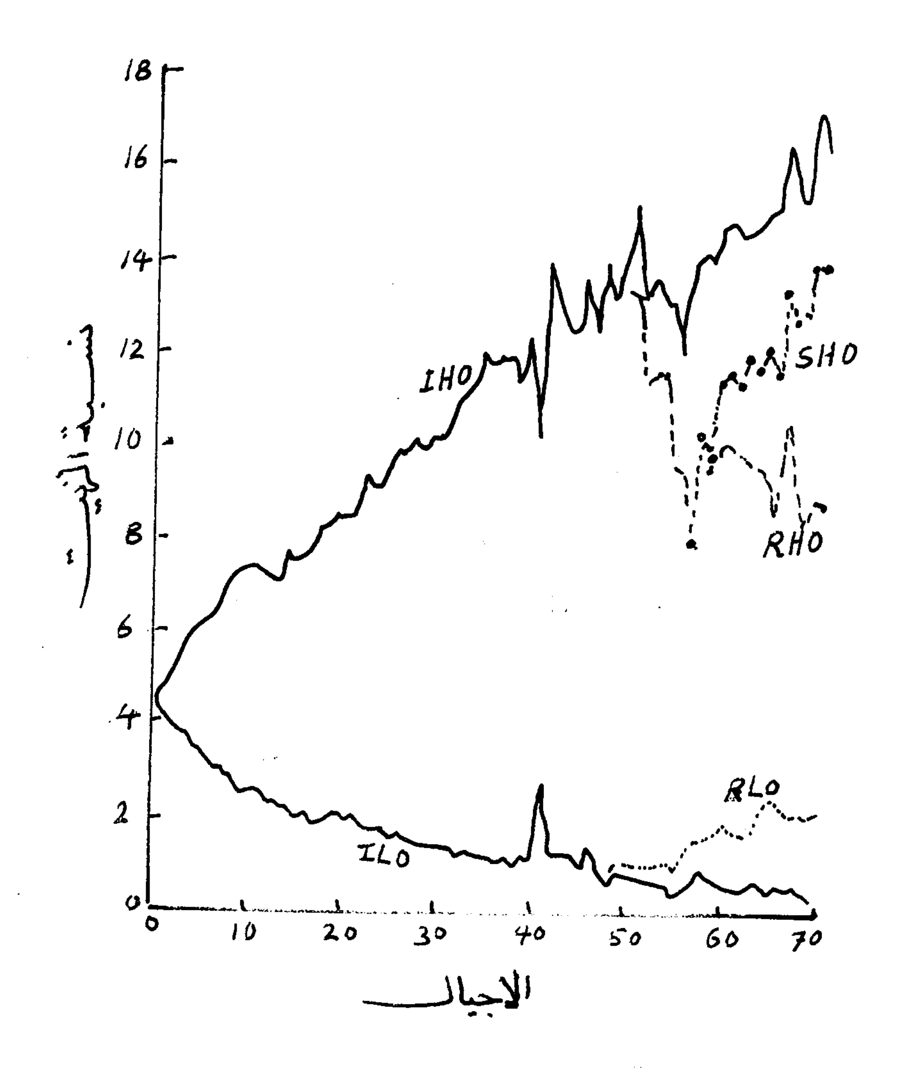
يأخذ الانتخاب الاجمالي أشكال عدة كلها تشتمل على حصاد مجموعة من البذور من عدة نباتات بالاعتماد على المظهر الخارجي، ولكنه قد يعتمد على التركيب الوراثي مثل طريقة اختبار النسل Progeny test.

١. الانتخاب الاجمالي المظهري : Phenotypic mass selection

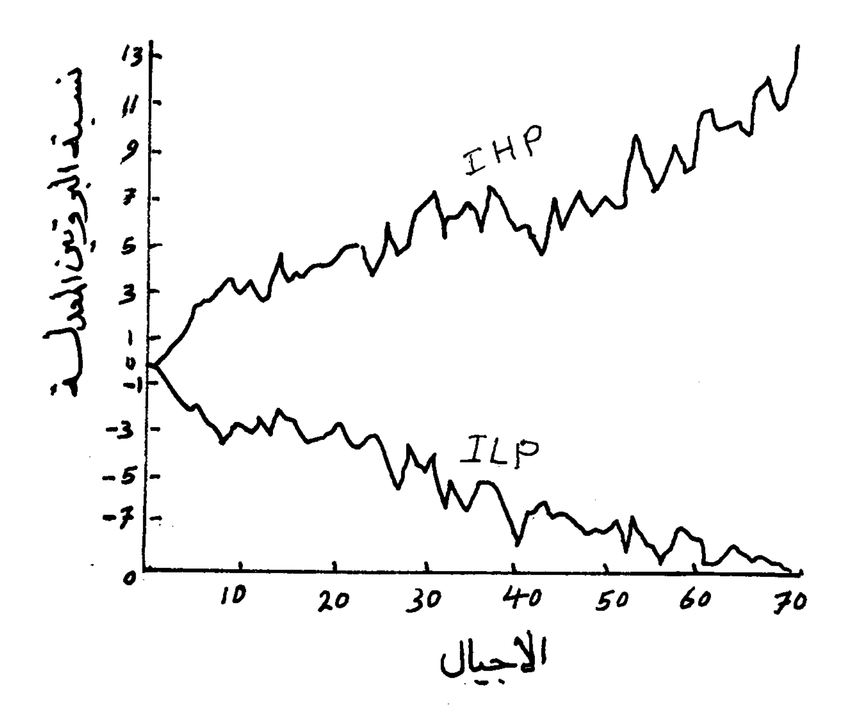
في هذا النوع من الانتخاب يتم انتخاب النباتات على اساس المظهر الخارجي. وقد يعتمد الانتخاب على صفة نوعية مثل لون الازهار او التفاعل ضد أمراض معينة أو لصفة كمية مثل ارتفاع النبات والتبكير ونسبة الزيت والبروتين وحاصل البذور.

ان لمرحلة تطور النبات علاقة بمدى التقدم الحاصل من الانتخاب. فاذا تم الانتخاب قبل حصول الازهار فان بالامكان ازالة النباتات المرفوضة من المجتمع والسماح للنباتات المنتخبة فقط في تزاوج وتعطي البذور للجيل التالي. أما اذا اجرى الانتخاب بعد الازهار فان النباتات قد تهجنت مع جميع النباتات في المجتمع وستنقل العديد من الجينات غير المرغوب فيها. هذه الجينات تعيق التقدم من الانتخاب ويعاني الانتخاب الاجمالي للنباتات الحولية من هذا النقص اما في النباتات ذات الحولين والمعمرة فان التقويمات تجرى في سنة واحدة ويمكن استعمال النباتات المنتخبة في السنة التالية لانتاج البذور.

أورد Dudley وجماعته (1974) تجارب انتخاب استمرت ٧٠ عاما في الذرة الصفراء لانتخاب نسبة الزيت والبروتين في الحبوب. كانت البداية من صنف مفتوح التلقيح أجري انتخاب اجمالي مع بعض التحوير لغرض التغلب على الانخفاض نتيجة التربية الداخلية. كان الانتخاب لسلالات الزيت العالي (IHO) وزيت واطئ (ILO) وبروتين عالي (IHP) وبروتين منخفض (ILP)، وقد استمرت الزيادة في الانتخاب لهذه المكونات بعد ٧٠ عام جيل. فضلاً عن ان عكس الانتخاب في كل سلالة أدى الى انعكاس المحتوى ايضا. تؤكد هذه التجربة على وجود التباين الوراثي لهذه الصفات حتى بعد ٧٠ سنة من الانتخاب. وعلى العموم توجد علاقة عكسية بين زيادة الزيت والبروتين ونقص حاصل الحبوب. ولاتزال التجربة مستمرة كدراسة طويلة الأمد (شكل ١٥-٢ و ١٥-٣).



شكل ١٥ - ٢ . التقدم في الانتخاب عبر سبعين جيلاً لمحتوى الذرة الصفراء من الزيتIHo سلالة اليتوي عالية الزيت ، ILo سلالة اليتوي واطئة الزيت RHo سلالة انتخاب عكسي لزيادة الزيت ، RLo سلالة إنتخاب عكسي لخفض الزيت SHo الرجوع للمستوى العالي للزيت . (عن Welsh ,198 ص 170) .



شكل ١٥ – ٣. التقدم في الانتخاب لنسبة البروتين عبر ٧٠ جيلاً في الذرة الصفراء. IHP اليتوي عالي البروتين، ILP اليتوي واطئ البروتين. (محور عن Welsh 1981, pp 171).

يمكن ان يكون الانتخاب الاجمالي مؤثرا في التحسين الوراثي للمحاصيل. فقد أشار Gardener (1978) الى تحسين الحاصل في الذرة الصفراء بحوالي (١٦) جيل من الانتخاب حتى استنفاد القدرة الوراثية على التحسين. كما أشار Hansen وجماعته (1972) في الجت الى الحصول على زيادة في مقاومة الجت لامراض تبقع الورقة، المقاومة للصدأ وتبقع الورقة المسبب عن الاصابة بالمن بعد عدة دورات من الانتخاب الاجمالي. كما ثبت ان الانتخاب الاجمالي له قيمة كبيرة في تحسين نسبة السكر في البنجر السكري التي كانت ١١٪ في الاصناف المبكرة وزادت الى ١٨٪ في الاصناف الحديثة.

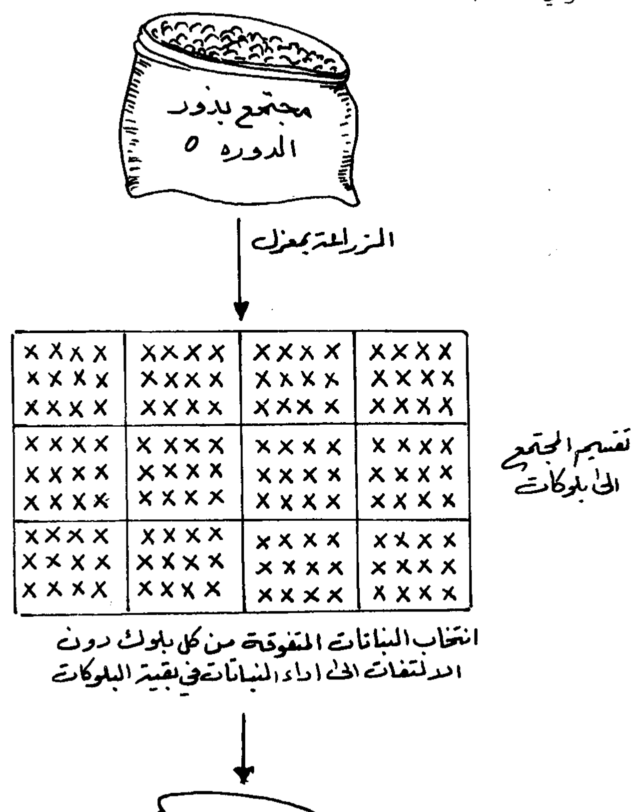
الانتخاب الاجمالي الطبقي : Stratified mass Selection

يعاني الانتخاب الاجمالي الاعتيادي من التحيز البيئي في انتخاب النباتات من الحقل. وقد اقترح Gardner هذه الطريقة للتغلب على هذا النقص وباتباع الخطوات الآتية :

١ . تنمية مجتمع الذرة الصفراء مفتوح التلقيح وتقسيم الحقل الى مجتمعات ثانوية كل منها يحتوي على (٤٠) نباتاً (شكل ١٥ - ٤).

٢ . يتم انتخاب أفضل أربعة نباتات من كل مجتمع ثانوي في الحقل. ويعني ذلك انه قد اخذ عينات من جميع البيئات في الحقل وبصورة متساوية.

٣ . أمكن من خلال برنامج دوري للانتخاب كل أربع سنوات من زيادة حاصل الصنف بحوالي ٢٢٪.



شكل ١٥ - ٤ : طريقة كاردنر لتقليل التباين البيئي في الحقل. حيث يقسم الحقل الى قطاعات ثانوية تضم عدداً معين من النباتات ثم يتم انتخاب النباتات المتفوقة من كل قطاع وبعدها تخلط البذور من النباتات المتفوقة من جميع القطاعات لتكون المجتمع للدورة الأولىٰ من الانتخاب (عن Gardner, 1961).

طريقة اختبار النسل : Progeny testing

كان لويس دى فلموران Louis de Vilmorin الفرنسي أول من استخدم اختبار النسل في المحاصيل الخلطية التلقيح لتحسين نسبة السكر في البنجر السكري خلال النصف الأخير من القرن التاسع عشر. ويتم انتخاب جذور البنجر السكري على أساس الحجم والشكل ونسبة السكر وتتلخص الطريقة بما يلي :

السنة الاولى : انتخاب ١٠٠ - ٢٠٠ من نباتات الأم.

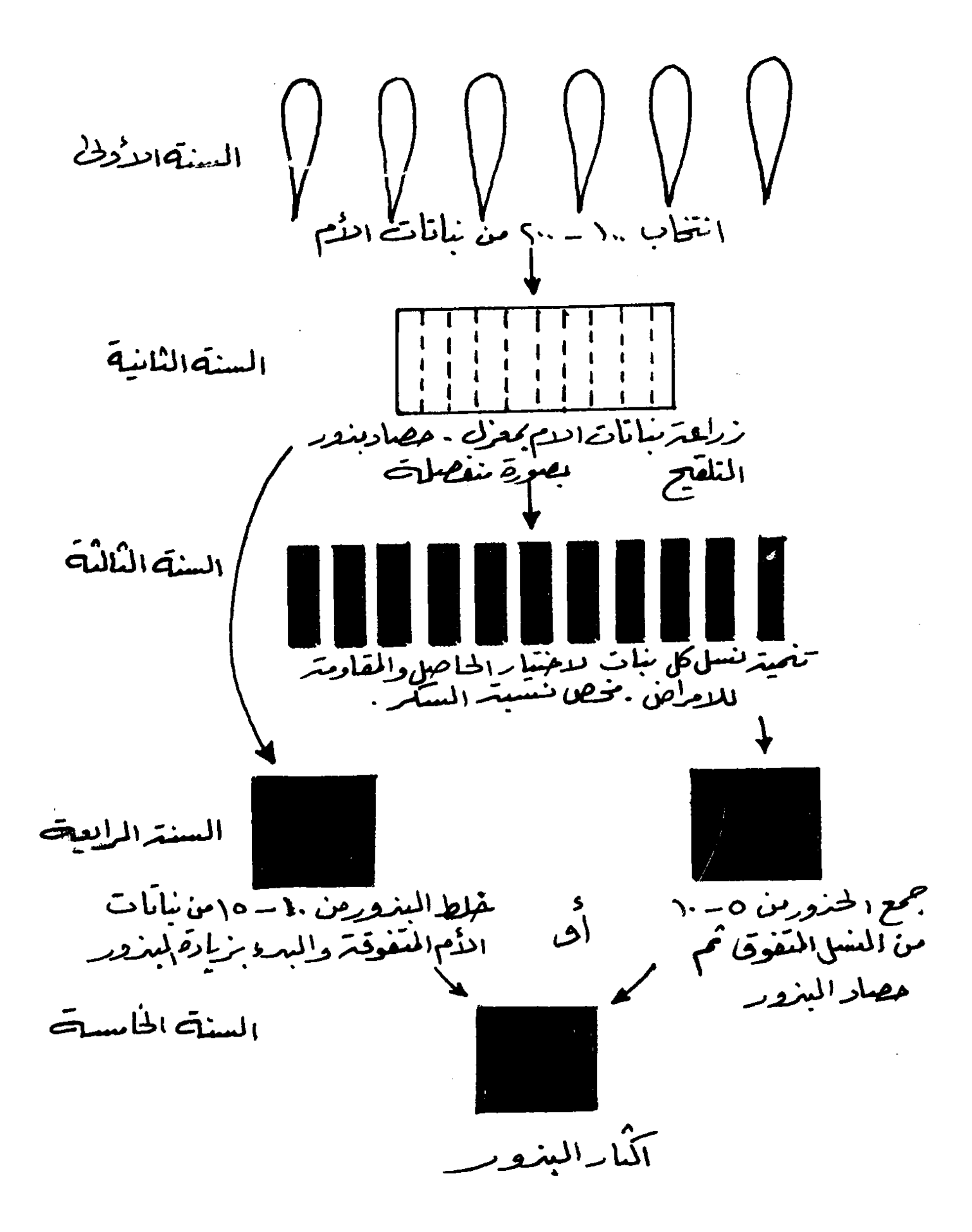
السنة الثانية : تنمية نباتات الأم في منطقة معزولة لانتاج البذور. تحصد البذور بصورة منفصلة من كل نبات.

السنة الثالثة : زراعة نسل كل نبتة على حدة لغرض اختبار الحاصل والأمراض. ويفحص محتوى الجذور من حيث محتوى السكر والنوعية.

السنة الرابعة : يتم خلط البذور المتبقية من السنة الثانية ل ٥ - ١٠ من نباتات الام التي ثبت تفوقها في السنة الثالثة والبدء باكثار البذور. أو جمع جذور ٥ - ١٠ من النسل المتفوق ثم حصاد البذور.

السنة الخامسة : اكثار البذور في ألواح الاكثار.

الشكل ١٥ - ٥ يوضح خطوات الطريقة. يلاحظ ان الطريقة قد اكملت خلال جيلين (أربع سنوات) ولكن المواد المنتخبة تخضع لاختبارات أوسع قبل الانتخاب الأخير ثم تخلط لغرض الانتاج التجاري. يمكن استعمال الطريقة لغرض انتاج الأصناف او المحافظة عليها. باستعمال الطريقة. تمكن فلموران من رفع نسبة السكر من ٥ - ٦٪ الى ١٦ - ١٨٪ في الاصناف الحالية. يحتفظ بنسل نباتات البنجر الام لعدة أجيال. ويضم النسل فقط جهة الأم لان الأب غير معروف.



شكل ١٥ – ٥ . التربية بانتخاب النسل في البنجر السكري . تزرع الأنسال وتقيم من البذور المحصودة من نباتات الأم المنتخبة . وعلىٰ أساس اختبار النسل تستعمل البذور المتبقية من النباتات الأم المنتخبة لأكثار البذور . الطريقة الأخرىٰ هو جمع الجذور من النسل المتفوقة لزراعة الواح اكثار البذور (عن Poehlman, 1983 ص 138)

طريقة العرنوص– الى سطر **Ear to row method**

ادخلت هذه الطريقة في تربية الذرة الصفراء عام ١٨٩٧ من قبل C.G.Hopkins وتتضمن الطريقة الخطوات الآتية :

السنة الاولى : انتخاب عرانيص متفوقة من حقل مزروع مفتوح التلقيح.

السنة الثانية : يزرع جزء من بذور كل عرنوص في سطر النسل بصورة منفصلة ويحتفظ ببقية البذور. يتم التعرف على سطور النسل المتفوقة. تخلط البذور المتبقية من السنة الماضية للأنسال المتفوقة معا. أي أن الدورة تكمل خلال سنتين. ويمكن اعادة الدورات لها كلما كان هناك تقدم ملموس جراء الانتاج.

السنة الثالثة : تزرع بذور عرانيص السنة الاولى والمتفوقة لغرض اكثار البذور بغية توزيعها للزراعة.

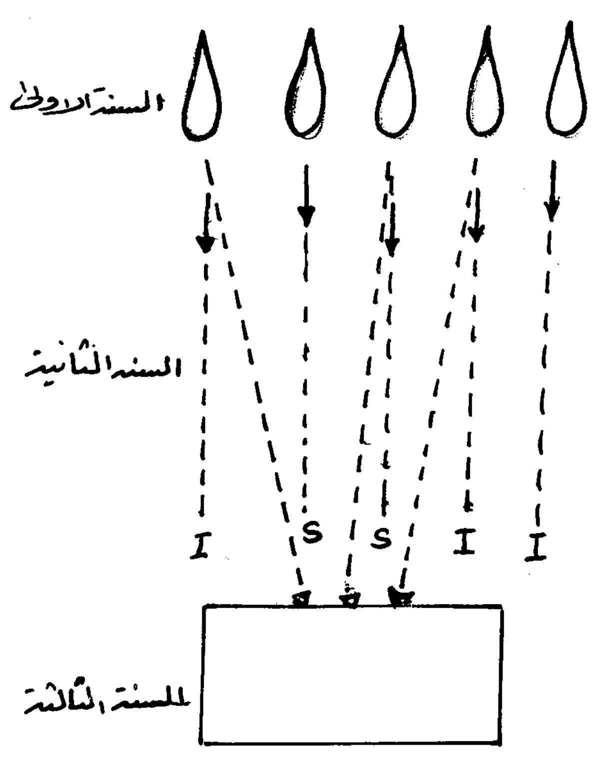
أ) اتباع دورة جديدة للانتخاب.

الشكل ١٥– ٦ يوضح خطوات الطريقة. وقد تمكن Hopkins وبنجاح من تحسين محتوى الذرة الصفراء من الزيت والبروتين عبر عدد قليل من السنين. على العموم كانت النتائج بالنسبة لحاصل الحبوب مخيبة للآمال. احدىٰ نواقص الطريقة تكمن في طبيعة اختبار النسل نفسه، حيث من المعتاد اجراء التقويم للتركيب الوراثي لسطر واحد وفي منطقة واحدة. مما لايعطي تقويما جيداً للتركيب الوراثي للآباء. وقد وصف Lonnquist تعديلا لطريقة العرنوص– سطر اطلق عليها طريقة تربية العرنوص– سطر الى سطر ear –row–to – row breeding. تعتمد هذه الطريقة على تقويم السلالات في عدة مواقع وتقصر كل دورة انتخاب الى سنة واحدة. وهي كما يلي :

السنة الاولى : انتخاب ٢٠٠ نبات متفوق ذي عرانيص كبيرة.

السنة الثانية : اختبار لمكرر واحد في عدد من المواقع (أربعة في هذه الحالة). في الموقع الرابع توضع سطور النسل في بلوك التضريب ويجرى لها عملية ازالة النورة الذكرية. يكون الأب الذكري عبارة عن خليط من حبوب لقاح من جميع سطور النسل. نجد معدل الحاصل للنسل في جميع المواقع. تعلم أعلى ٢٠٪ من النباتات في الموقع الرابع وتحصد أفضل خمسة نباتات.

السنة الثالثة : تستعمل بذور من خمسة نباتات متفوقة من الموقع الرابع لزراعة مكرر واحد في أربعة مواقع بنفس طريقة السنة الثانية.



١ – انتخاب نباتات متفوقة ولها عرانيص متفوقة.

٢ . زراعة بعض من بذور كل عرنوص في سطر ويحتفظ بالباقي.

S = سطر متفوق

I = سطر رديئ

٣ . اكثار البذور المتبقية والذي أعطى نسلها نباتات متفوقة في السنة الثانية

شكل ١٥ – ٦ . طريقة عرنوص الى سطر في تربية الذرة الصفراء.

(عن Briggs and Knowles, 1967 ص 201) .

ملخص الانتخاب الاجمالي في المحاصيل الخلطية التلقيح :

طريقة الانتخاب الاجمالي طريقة اعتمدت عليها الطبيعة في تطور النباتات والحيوانات استعملت الطريقة من قبل الانسان لاستنباط اغلب المحاصيل المزروعة . وبناء على المعلومات المتوفرة يمكن ان تقوم الطريقة بأنها طريقة تربية موثرة جدا رغم أنها بطيئة . تعد الطريقة مؤثرة تحت الظروف الآتية :

١ . هناك مخزون كبير من التباين الوراثي .

٢ . تستخدم للصفات التي تتميز بقيمتها التوريثية العالية . وبعد الحصول على تحسين معين في صفة معينة فان التحسين بعد ذلك يكون قليلا خصوصا عندما يكون تحسين الحاصل هو الهدف . وقد يؤدي الانتخاب الاجمالي الى تدهور المجتمع ان كان المجتمع صغيرا . بحيث تحصل ظاهرة الجنوح الوراثي العشوائي genetic drift او تحصل تربية داخلية .

٣ . اذا أرخينا الضغط الانتخابي فان ذلك يسمح بعودة المجتمع الاساس الى مستواه السابق . وقد يحصل انحراف وراثي genetic shift ولكنه باتجاه الأشكال غير المرغوب فيها اذا كان انتاج البذور في منطقة غير منطقة الأقلمة الأصلية للصنف .

ب- الانتخاب التكراري Recurrent Selection

مقدمة :

تستعمل طريقة الانتخاب التكراري في المحاصيل الخلطية التلقيح نتيجة للرغبة في تركيز الجينات لصفة كمية معينة في المجتمع عن طريق زيادة تكرار الجينات المتفوقة في المجموع الجيني أو عن طريق زيادة فرصة حصول الاتحادات الجديدة وكلاهما يمكن الحصول عليه من الانتخاب التكراري . استنبطت الطريقة لتلافي نواقص طريقة الانتخاب الاجمالي التي لم تكن دائما تؤدي الى تحسين الحاصل وهذه الطريقة ليست محددة في الوقت الحاضر بالمحاصيل الخلطية التلقيح فقط . كذلك في طريقة انتاج الهجن الاعتيادية هناك عدد من المظاهر التي تحد من فرصة الحصول على التراكيب الوراثية المتفوقة تكمن في العوامل الآتية :

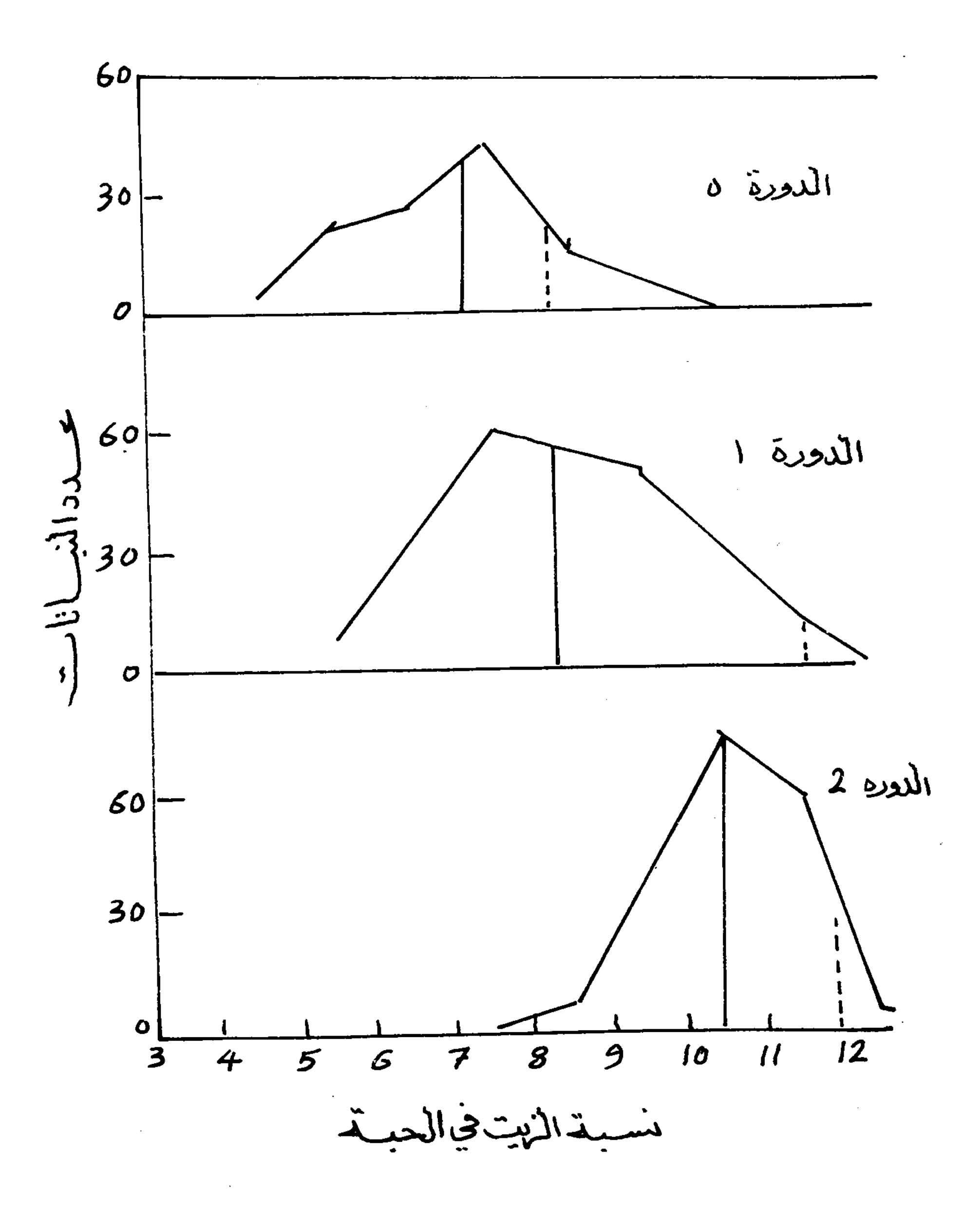
١ . المستوى العالي من التربية الداخلية وان كل جيل من التلقيح الذاتي يختزل الخلط بنسبة النصف.
٢ . صغر حجم المجموع والمحدد بالوقت .
٣ . وجود الارتباط .

كذلك وجد من الدراسات امكانية اختبار الأجيال المبكرة التي تؤدي الى التعرف على التراكيب المتفوقة بمرحلة مبكرة حيث تعطي سلالات نقية متفوقة في الأجيال التالية لها . لذلك فان هذا الشكل من الانتخاب سيحقق الاحتفاظ بالجينات المتفوقة في المجموع الجيني .

اقترحت طريقة الانتخاب التكراري من قبل (1940) Jenkins و (1945) Hull في الذرة الصفراء . تستند التقنية الأساسية على التعرف على النباتات ذات التراكيب الوراثية المتفوقة ثم القيام باجراء التزاوجات بينها لانتاج المجتمع الجديد . وقد يكون من الضروري اجراء بعض أشكال اختبار النسل لقياس قيمة التربية للآباء . يحافظ على التراكيب الوراثية الأبوية عن طريق التلقيح الذاتي او الاكثار الخضري بحيث يمكن بعد الانتخاب وتقويم النسل القيام باجراء التهجينات بينها . وبعد اجراء التهجينات للنباتات المتفوقة يمكن اعادة الانتخاب في المجتمع الجديد.

ان الانتخاب التكراري دوريا بطبيعته ويميل الى تركيز الأليلات المرغوب فيها ويحافظ على قوة النبات والاتحادات الوراثية من خلال التهجين . ويتميز عن الانتخاب الاجمالي بوجود التهجينات المبرمجة للافراد المنتخبة واختبار النسل لتمييز النباتات المتفوقة . الشكل ١٥ – ٧ يوضح الاداء المتوقع من طريقة الانتخاب التكراري وسنناقش في الفقرات التالية الاشكال التالية للانتخاب التكراري :

(١) الانتخاب التكراري المظهري.
(٢) الانتخاب التكراري للقدرة العامة على التوافق.
(٣) الانتخاب التكراري للقدرة الخاصة على التوافق.
(٤) الانتخاب التكراري المتقابل لتحسين إثنين من المجتمعات.



١٥ – ٧. التوزيع التكراري لنسبة الزيت في حبوب الذرة الصفراء المحسنة عن طريق الانتخاب التكراري المظهري. الخط العمودي في كل توزيع يوضح معدل المجتمع ، الخط المنقط العمودي يوضح معدل الأفراد المنتخبة (عن Brimhal, Sprague (1950).

تمييز التراكيب الوراثية وتكوين المجتمع الاساس :

يعتمد نجاح اي برنامج للانتخاب التكراري على الحصول على الأفراد التي ستكون آباء للمجتمع الجديد وزيادة تكرار الأليلات المرغوب فيها ، والأسس هي :

(١) الآباء يجب ان يكون لها أفضل الاداء من ناحية الصفة المطلوبة ، كذلك يجب ان تنحدر الآباء من اصول مختلفة بهدف زيادة التباين الوراثي . وقد أشار Fehr (1987) الى صعوبة الحصول على هاتين الصفتين بسبب امكانية كون الآباء ذات الحاصل العالي منحدرين من اصل واحد.

(٢) يجب تحديد عدد الآباء التي ستكون المجتمع الاساسي . القاعدة هي استخدام أكبر عدد ممكن من الآباء من دون التضحية بالاداء الجديد للصفة المقصودة . عادة يزداد احتمال الحصول على اليلات مختلفة لزيادة الحاصل بزيادة عدد الآباء الداخلة في المجتمع . ويحتاج الانتخاب التكراري الى مستويات عالية من التباين الوراثي للصفة في المجتمع الأساس.

(٣) كذلك يجب الاهتمام في تكوين المجتمع الأساس بعدد أجيال التزاوجات الواجب اجراؤها لتكوين المجتمع . حيث ان كل جيل من التزاوج سيزيد من فرصة الاتحادات الجديدة للجينات من الآباء.

الانتخاب التكراري المظهري : Phenotypic Recurrent Selection

يمثل هذا الشكل من الانتخاب أبسط اشكال الانتخاب الدوري حيث لاتجرى اي اختبارات للقدرة العامة على التوافق وكل مدة انتخاب ستغرق سنة أو سنتين حسب ميعاد ظهور الصفة التي يجري عليها الانتخاب . وحيث ان الانتخاب مبني على الشكل الظاهري للنبات لذا فان هذا النمط الانتخابي يكون ناجحا في حالة الصفات العالية التوريث . وهو تحسين لطريقة الانتخاب الاجمالي . يشمل التحسين على خطوتين أساسيتين :

١ . التلقيح الذاتي للنباتات المنتخبة للمحافظة على تركيبها الوراثي .

٢ . اجراء التهجينات بين النباتات المنتخبة في جميع الاتجاهات قبل بداية دورة اخرى للانتخاب . وقد قدمت أدلة بداية الخمسينات عن فاعلية الانتخاب التكراري في تحسين مستوى الزيت في حبوب الذرة الصفراء بعد دورتين من الانتخاب التكراري

المظهري (Spraguc and Brimhall (1950. الشكل ١٥ - ٧ يوضح طريقة الانتخاب التكراري المظهري.

الخطوات العملية :

الموسم الاول : القيام بالتلقيح الذاتي للنباتات الفردية المنتخبة من المجتمع الأساسي (دورة الصفر). ثم تحصد عرانيص الذرة من كل نبات بشكل منفصل وتحلل البذور لمعرفة نسبة الزيت لكل منها.

الموسم الثاني : يتم زراعة البذور المتبقية من كل نبات منتخب من اجل صفة الزيت في الموسم التالي. يتم اجراء جميع التهجينات الممكنة يدويا. ثم تخلط كميات متساوية من بذور كل هجين لتكوين مجتمع الدورة الأولى.

الموسم الثالث والرابع : زراعة بذور الدورة الأولى وتعاد الطريقة المتبعة في الموسم الأول والثاني لغرض الحصول على مجتمع الدورة الثانية. اذا مارغب في دورات اخرى تتبع الخطوات السابقة نفسها.

اتبعت الطريقة بهدف الانتخاب لمقاومة الامراض قبل التزهير في الذرة الصفراء، (Jenkins, 1954 وجماعته) والمقاومة للأمراض في الجت ((Graham (1965 وجماعته) وفي البرسيم القرمزي (Bennett (1959.

مشاكل الانتخاب التكراري المظهري :

اذا تم التعرف على النباتات المتفوقة قبل التزهير فيمكن عمل التهجينات في الموسم نفسه. اذا كانت هناك مشكلة التوافق في التزهير بين النباتات المنتخبة في الحقل فتؤخذ بشكل عقل الى البيت الزجاجي ويكمل برنامج التهجين.

ان لم يكن بالامكان التعرف على الصفة الا بعد حصول التلقيح فيجب القيام بعملية تلقيح ذاتي او تهجين البذور على نبات منتخب. عادة يكون الانتخاب أبطأ في البذور المهجنة عنها في البذور الناتجة عن التلقيح الذاتي بسبب امكانية مجيْ الكاميت الذكري من أب غير مرغوب فيه.

بعد تمام الانتخاب والتهجين تعاد الدورة لزراعة الأجيال الأولى وانتخاب الأفراد المرغوب فيها من المجتمع الجديد. عادة تكفي دورتان من الانتخاب للكشف عن التباين الوراثي المطلوب ويصبح نظام الانتخاب أقل فائدة في دورات أكثر.

الانتخاب التكراري للقدرة العامة على الخلط :

Recurrents Selection for general combining ability

وهو طريقة تحسين المجتمع التي تشمل تقويم الافراد من خلال استعمال النسل نصف الشقيق half–sib progey.

الطريقة العامة لدورة من الانتخاب اقترح الطريقة Jenking (1940) وتستند الى الخطوات الآتية :

I . القيام بعملية التلقيح الذاتي لعدة أفراد والتهجين مع صنف اختباري ذي قاعدة وراثية واسعة. ويتم الاحتفاظ بالبذور الملقحة ذاتيا.

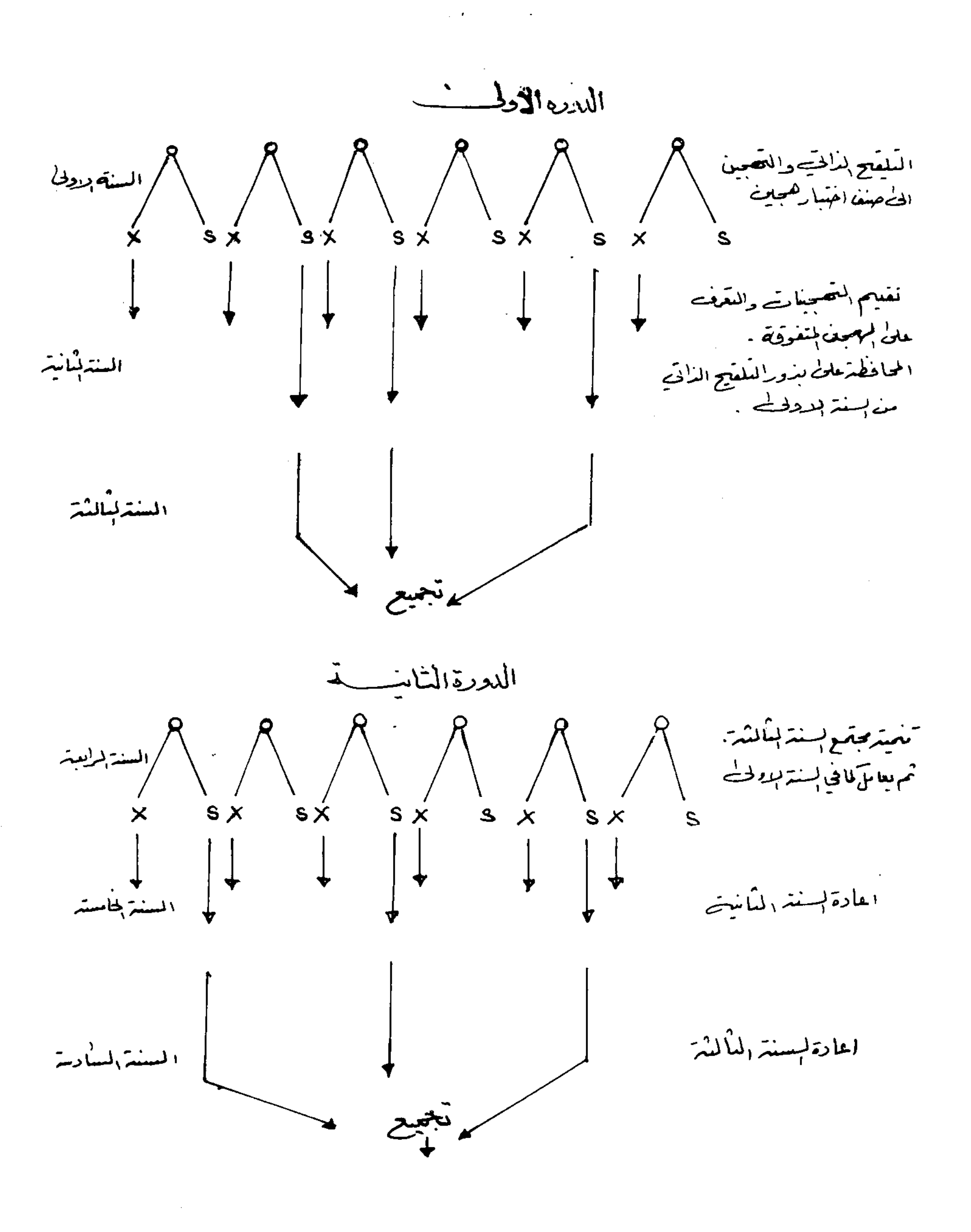
II . تنمية أنسال الهجن الاختبارية وتقويم للصفة المطلوبة والتعرف على أفراد ذوات قدرة التوافق العامة الجيدة.

III. تنمية البذور الناتجة عن التلقيح الذاتي لكل نبات متفوق ثم القيام بالتهجين بين النباتات في جميع الاتجاهات.

تعاد الدورة على حسب الرغبة.

الصنف الاختباري (الذكري) يجب ان يكون خليطا اي ينتج مجموعة من الكاميتات المختلفة وراثيا. ويكون اما صنفا مفتوح التلقيح او التهجين المتعدد Polycross للمشتل نفسه. تمثل البذور المحصودة على الأم كاميتات متنوعة من الكاميتات. فاذا كان معدل النسل ذا انتاجية متفوقة فيقال ان للانثى قدرة تآلف عامة جيدة حيث انها تتآلف مع عدة تراكيب وراثية. وبعد ان يتم التعرف على الافراد ذوات القدرة الجيدة على التوافق تزرع السلالات الناتجة عن التلقيح الذاتي في معزل وتهجن في جميع الاتجاهات لتركيز الأليلات المسؤولة عن قدرة التوافق العامة.

وحيث ان القدرة العامة على التوافق ناتجة من عدة جينات فان التقدم يكون بطيئا عادة. وفي حالات عدة تستخدم ضغطا انتخابيا على المظهر الخارجي والقدرة العامة على التوافق في الوقت نفسه للمحافظة على قوة النمو وتركيز الأليلات المفيدة. الشكل ١٥ – ٨ يبين الطريقة.



شكل١٥ – ٨. الانتخاب التكراري للقدرة العامة على التآلف.

(عن Briggs and knowles, 1967 ص 244).

الانتخاب التكراري للقدرة الخاصة على التوافق :

وهي طريقة اقترحها Hull (1945) . الاختلاف الرئيس بين هذه الطريقة والطريقة السابقة. يكمن في استعمال الصنف الاختباري ذي القاعدة الوراثية الضيقة . في بعض الحالات وخصوصا في تربية الهجن من المرغوب فيها الحصول على سلالات تربية تعطي نسلا ذا انتاجية عالية عندما يهجن مع سلالات ذات قاعدة وراثية ضيقة . يقال لهذه بالقدرة الخاصة على التوافق وتعود الى الفعل الجيني التجميعي وغير التجميعي تشمل الطريقة الخطوات الأساسية الآتية :

I. القيام بالتلقيح الذاتي لعدد من الافراد ، كذلك القيام بتهجينها مع صنف اختباري ذي قاعدة وراثية ضيقة (سلالة نقية). يحتفظ بالبذور التي نتجت عن التلقيح الذاتي .

II. تنمية الهجن الاختبارية وتقويمها للحاصل ويتم التعرف على الأفراد الأولى ذات قدرة التوافق الخاصة المتفوقة .

III. تنمية البذور الناتجة عن التلقيح الذاتي (الخطوة I) للنباتات المتفوقة وتهجن في جميع الاتجاهات .

تعاد الدورة على حسب الرغبة .

الانتخاب التكراري المتقابل : Reciprocal Recurrent Selection

وهي طريقة للتحسين بين المجتمعات اقترحها Comstock (1949) وجماعته حيث تحسن هذه الطريقة كلاً من قدرتي التوافق العامة والخاصة . ينتخب مجتمعان في آن واحد حيث يستعمل كل مجتمع كصنف اختباري للمجتمع الآخر. يتم تهجين الأفراد المنتخبة ضمن كل مجتمع مع عينة عشوائية من نباتات المجتمع الآخر ثم يتم اختبار النسل . ثم تعاد زراعة الانتخابات واجراء التهجين بينها لاكمال الدورة الاولى . في الدورة الثانية يتم التهجين بين النباتات المنتخبة في كل مجموعة مع مجموعة المجتمع الآخر كصنف اختباري . ويعني ذلك ان كل التكوين الوراثي لكل صنف أختباري سيتغير في كل دورة من الانتخاب . والخطوات العامة كما يأتي :

I. زراعة اثنين من المجتمعات . يتم في كل مجتمع اجراء التلقيح الذاتي للنباتات المنتخبة كذلك التهجين مع أفراد من المجتمع الثاني ، احتفظ ببذور التلقيح الذاتي .

II. زراعة أنسال التهجين الاختباري وتقويم ، التعرف على افراد ذوات قدرة توافق متفوقة .

III. زراعة البذور الاحتياط والملقحة ذاتيا من الخطوة (I). مع ابقاء المجتمعات بشكل منفصل. القيام بالتهجينات ضمن كل مجتمع .

اعادة الدورة على حسب الرغبة .

يمكن استعمال نواتج عملية الانتخاب التكراري في الآتي :

١ . اجراء التلقيح الذاتي المستمر للحصول على سلالات نقية تستعمل في اصناف هجين يستفاد منها في ظاهرة قوة الهجين.

٢ . يمكن ان تهجن مباشرة مع سلالة نقية أو هجين فردية او نواتج انتخابات دورية اخرى لتكوين الاصناف الهجينة .

٣ . استعمالها كمصدر او نواة لاصناف تركيبية جديدة وكما سنرى في الفصول القادمة .

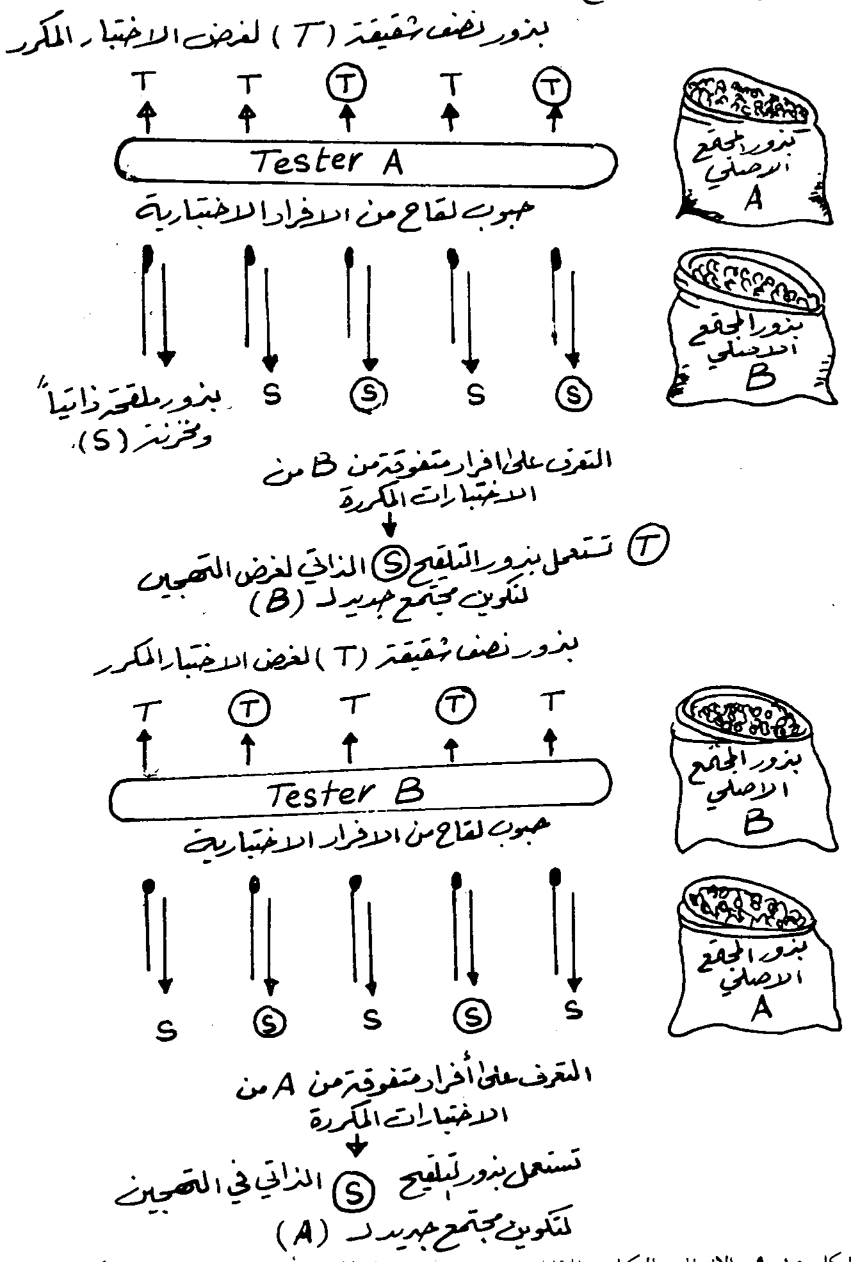
الخطوات التفصيلية .

الموسم الأول : انتخاب ١٠٠ نبات من المجتمع (آ) (دورة الصفر) ثم تلقح ذاتيا وتهجن مع ستة نباتات عشوائية من المجتمع (ب). انتخاب ١٠٠ نبات من المجتمع (ب) (دورة الصفر) تلقح ذاتيا وتهجن مع ستة نباتات أو أكثر بصورة عشوائية من المجتمع (آ). تحفظ النباتات الملقحة ذاتيا لكل نبات في المخزن. تستخدم البذور المهجنة (وهي نصف شقيقة) للاختبار في الموسم الثاني .

الموسم الثاني : اجراء اختبار مكرر لتقويم عوائل الـ ١٠٠ هجين من المجتمع (آ) و ١٠٠ من المجتمع (ب). وعلى أساس نتائج الاختبار تنتخب أعلى ١٠ عوائل هجينة من كل مجتمع .

الموسم الثالث : يتم التهجين بين ١٠ نباتات من المجتمع (آ) والتي لها نسل هجين متفوق في الموسم الثاني لتكوين الدورة الأولى للمجتمع باستعمال البذور الملقحة ذاتيا من الموسم الأول . كذلك يتم التهجين بين الـ ١٠ نباتات من المجتمع (ب) والتي لها أداء جيد للنسل الهجين في الموسم الثاني بنفس الطريقة لتكوين الدورة الأولى للمجتمع (ب).

الموسم الرابع : استعمال بذور الدورة الاولى لمجتمعات (آ) و (ب) لتنفيذ الدورة التالية من الانتخاب وبنفس الطريقة المتبعة في المواسم من الأول الى الثالث. الشكل ١٥ – ٩ يوضح هذه الخطوات.



شكل ١٥–٩. الانتخاب التكراري المتقابل. يستعمل المجتمع (A) لاختبار أفراد من المجتمع (B) وبالعكس (عن Fehr (1987) pp 193).

وقد اقترح لزيادة التباين الوراثي بين العوائل نصف الشقيقة استعمال صنف اختباري ذي قاعدة وراثية ضيقة بدلا من استعمال المجتمع الكامل كصنف اختباري . أي يتم التلقيح الذاتي لأفراد من مجتمع (آ) ثم تهجن مع صنف اختباري ذي قاعدة وراثية ضيقة مع المجتمع (ب) والذي تم استنباطه من دورة سابقة للانتخاب . ونفس الشيء يجري للمجتمع (ب) حيث تلقح النباتات المنتخبة ذاتيا وتهجن مع صنف اختباري من المجتمع (آ). وبتقدم البرنامج يمكن ان تصبح السلالة المتفوقة من (آ) ليصبح صنفا اختباريا لمجتمع (ب) والصنف المتفوق من (بْ) صنفا اختباريا للمجتمع (آ) Eberhart and Russell 1975 .

References

مصادر الفصل الخامس عشر

Bennett, H.W. 1959. The effectiveness of sefection for the hard seeded character in crimson clover. Agron. J. 51: 15– 16.

Briggs, F.N. and P.F. knowles. 1967 Introduction to plant breeding. Reinhold publishing corporation. U.S.A.

Comstock, R.E., H.EF. Robinson and P.H. Harvey. 1949. Abreeding procedure designed to make maximum use of both general and specific combining ability. Agron. J. 41: 360– 367.

Dudley, J.W. 1977. Seventy– Six generation of selection for oil and protein percentage in maize. pp 458– 473. In E. pollack, O.

Kempthorne, and T.B. Bailey Jr. (eds.) Proceeding of the International Conference on Quantitative Genetics. Iowa State Univ. Press, Ames, Iowa. U.S.A.

Fehr, W.R. 1987. Principles of Cultivar development. 1. Theory and Technique.

Graham, J.H., R.R. Hill Jr., D.K. Barnes and C.H. Hanson. 1965. Effect of three cycles of selection for resistance to common leaf spot in alfalfa. Crop Sci–5: 171– 173.

Hull, F.H. 1975. Recurrent selection and specific combining ability in Corn. J. Am. Soc. Agron. 37: 134– 145.

Jenkins, M.T. 1940. The segregation of genes affecting yield of grain in maize. J.Am. Soc. 32: 55– 63.

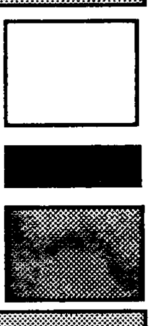
Jenkins, M.t., A.I. Robert, and W.R.Findley Jr. 1954. Recurrent selection as amethod for concentrating genes for resistance to *Helmintho sporium turcicum* leaf blight in corn. Agron. J. 46: 89– 94.

Russell, W.H. and S.A. Eberhart. 1975. Hybrid performance of selected maize lines from reciprocal recurrent and testcross selection programms. Crop Sci. 15: 1– 4.

Sprague, G.F. and B.Brimhall. 1950. Relative effectiveness of two systems of selections for oil content of the corn kernel. Agron. J. 42: 83– 88.

Welsh, J. 1981. Funda mentals of plant Genetics and breeding. John wiley and sons. New york.

الفصل السادس عشر
التربية الداخلية وقوة الهجين
Inbreeding and Heterosis



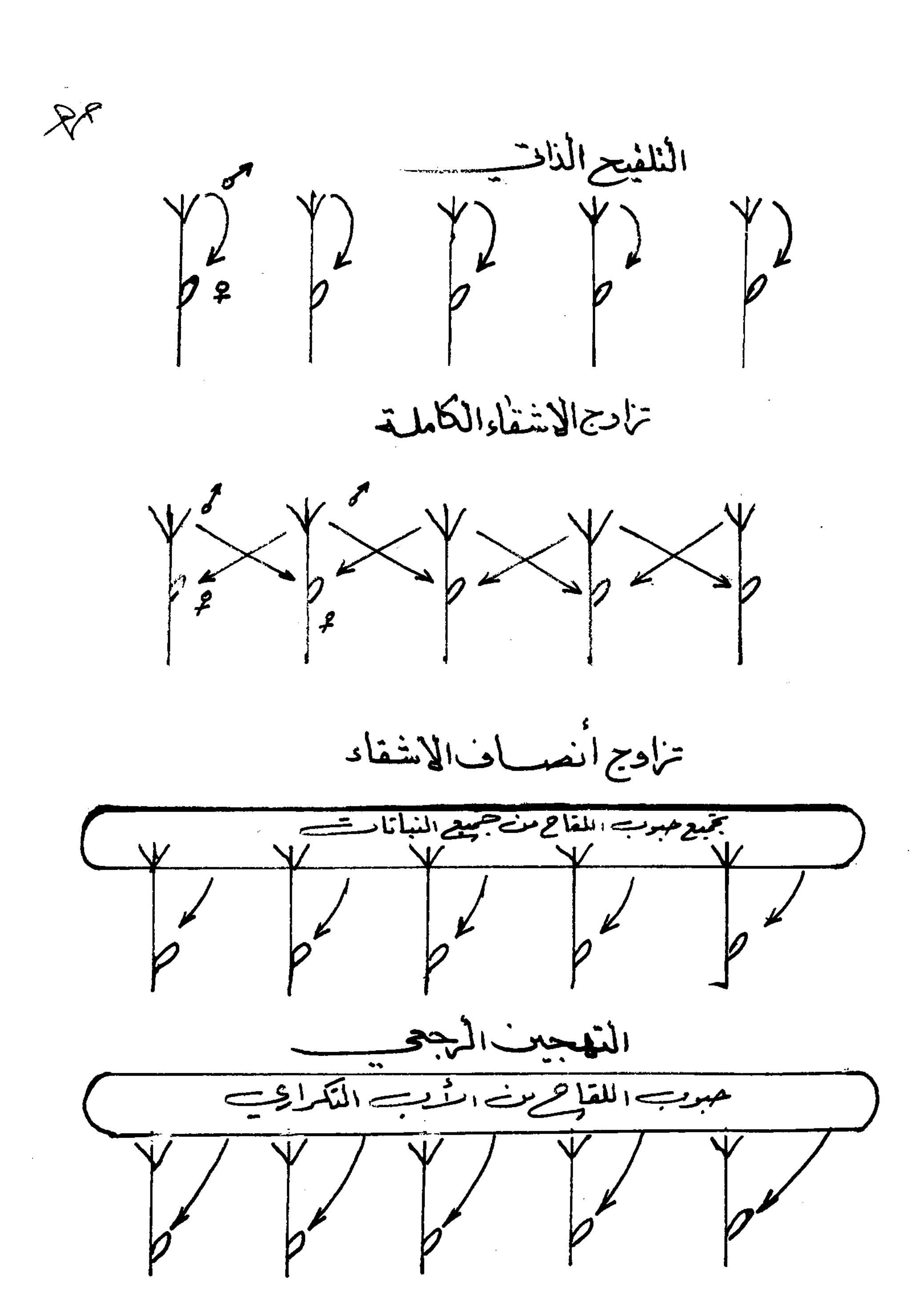
الفصل السادس عشر
التربية الداخلية وقوة الهجين

مقدمة :

يعد نظام تربية الهجن أحد الانجازات الرائعة والمثمرة في تقنيات تربية النبات منذ ان أعيد اكتشاف قوانين مندل في الوراثة عام ١٩٠٠ . فقد لاحظ الباحثون والمربون ظاهرة قوة الهجين Heterosis في زيادة قوة الجيل الأول (F_1) عند مقارنته بالآباء. وبحلول القرن السابع عشر تم وصف قوة الهجين الناتجة من التهجينات لعدد من الأنواع . وفي المحاصيل الخلطية التلقيح لوحظ الأثر الضار للتربية الداخلية Inbreeding حيث تنخفض قوة النمو وتظهر النباتات الشاذة والضعيفة في المجتمع النباتي . وفي عام ١٩٣٠ أصبح تطور المفاهيم الوراثية والأسس التي رافقت التربية الداخلية والتفوق من الأهمية بمكان في مجال تربية الذرة الصفراء. تبع ذلك توسع سريع في تربية الهجن وصناعة البذور للعديد من الأنواع . وقد لاقت الذرة الصفراء معظم الاهتمام في أبحاث الهجن ولذلك فان معظم الحديث سيتركز عليه . وفي الفقرات التالية سنركز الحديث عن ظاهرتي التربية الداخلية وقوة الهجين لما لهما من علاقة مباشرة بموضوع انتاج الهجن.

التربية الداخلية : Inbreeding

تعرف التربية الداخلية بأنها تزاوج الافراد التي تربطهم قرابة أكثر من تزاوج الأفراد بصورة عشوائية في المجتمع . أكثر الاشكال تطرفاً في التربية الداخلية هو التلقيح الذاتي Selfing . وهناك اشكال اخرى للتربية الداخلية تلعب دوراً مهماً في تربية النباتات مثل تزاوج الاشقاء الكامل Sib mating . ونصف الشقيق Half sib والتهجين الرجعي (الشكل ١٦ - ١).



شكل ١٦ – ١. الطرق الأربعة للتربية الداخلية في المجتمع.

ب

ن أقلمة

ب .

Inbreeding

ن الحيوانات والانسان

. وكان East و Shull أول

داخلية في النباتات . فقد لاحظا ان

أدى الى انخفاض قوة النسل خصوصاً

لحقيقة كان الانخفاض في بعض الحالات

ن . ولكن بعض السلالات النقية انخفض

ظ بين الأنواع في مقدار الإنخفاض نتيجة

يح مثل الحنطة والشعير والشوفان يكون

ن الأصيلة كأصناف لغرض انتاج المحصول .

ملقيح مثل الذرة الصفراء يمكن انتاج السلالات النقية ولكن

من الأصناف الهجينة المستعملة للانتاج التجاري . وفي بعض المحاصيل مثل

يكون الانخفاض شديداً بحيث لاتعيش التراكيب الوراثية الاصيلة فقد أشار Tysdal ان الحاصل انخفض بنسبة ٦٨٪ وحاصل البذور الى ٦٢٪ في جيل واحد من التربية الداخلية للجت .

اهداف التربية الداخلية :

تتحدد أهداف التربية الداخلية بالآتي :

١ . استنباط تراكيب وراثية يمكن المحافظة عليها لانتاج البذور ولعدة أجيال كما في المحاصيل الذاتية التلقيح دون تغيير في التركيب الوراثي .

٢ . انتاج الآباء الأ- يلة للهجن التجارية .

٣ . تقليل تكرار الجينات المتنحية الضارة في الأصناف التي تستعمل كآباء للأصناف التركيبية أو التي تتكاثر خضرياً .

التربية الد

وصف ght

الداخلية (F). عرف

الأليلات لاحد المواقع الجينية مما

قيمة (F) مستوى الأصالة الموجودة في

وقد وجدت علاقة قريبة من الانوا

الداخلية والانخفاض نتيجة التربية الدا

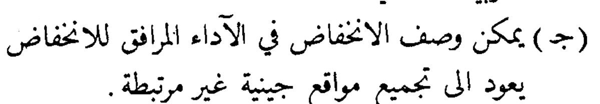
الأدلة التجريبية في الذرة الصفراء بالنقا



(أ) وجود علاقة مضطردة بين نسبة ال

(ب) عدم وجود فروق بين طرق التربية

للتربية الداخلية .



(جـ) يمكن وصف الانخفاض في الآداء المرافق للانخفاض

يعود الى تجميع مواقع جينية غير مرتبطة .

(د) لايبدوا أن للتفوق بين الجينات epistasis تاثيراً على الانخفاض نتيـ

الداخلية .

هناك اربع طرق لزيادة الأصالة الوراثية في المجتمع وهي :

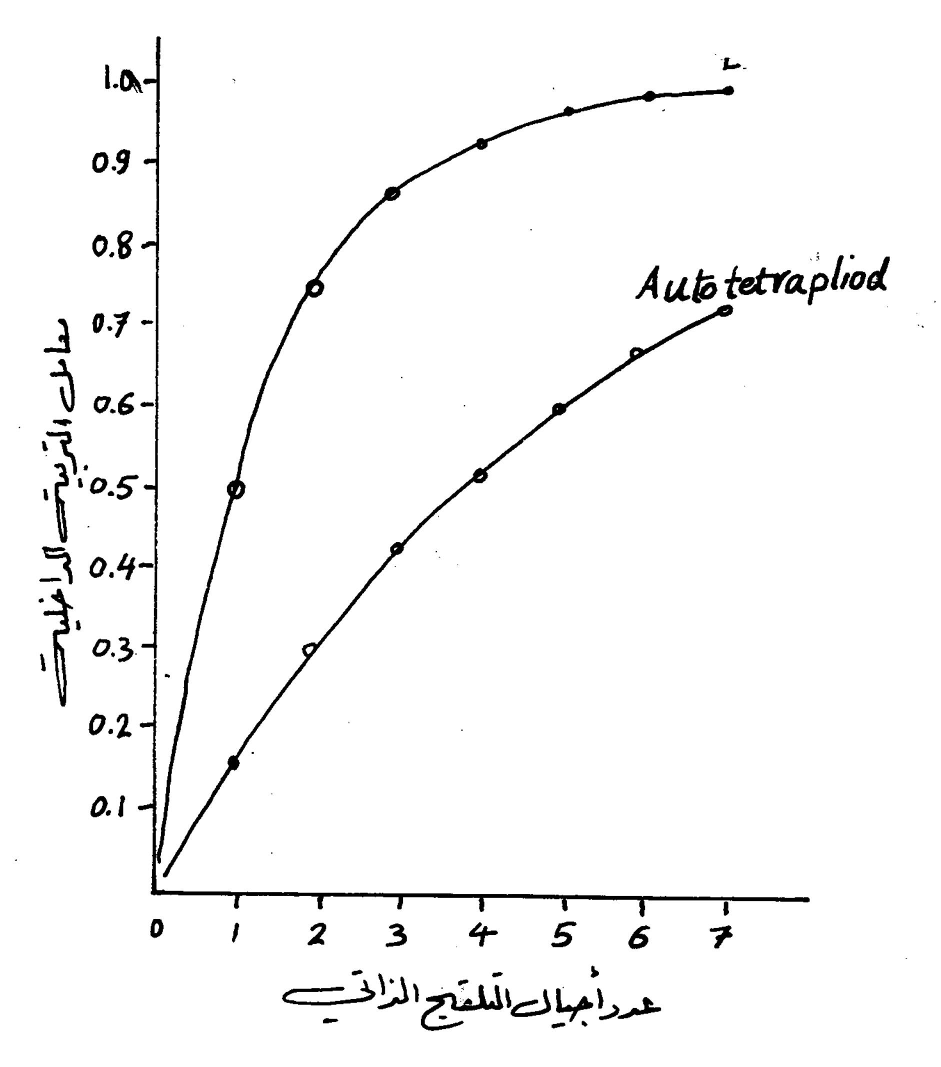
١ . التلقيح الذاتي .

٢ . تزاوج الأشقاء الكاملة full – sibmating .

٣ . تزاوج انصاف الاشقاء half – sib mating .

٤ . التهجين الرجعي (شكل ١٦ – ١) .

يحصل التلقيح الذاتي عند اتحاد الكاميتات الذكرية والانثوية لنفس النبات لانتاج البذور. اما تزاوج الاشقاء الكامل فيمثل تهجين أزواج من الأفراد في المجتمع . أما تزاوج أنصاف الاشقاء فيحصل عند اخصاب النباتات المفردة بحبوب لقاح عشوائية من المجتمع . أما التهجين الرجعي فهو نظام تزاوج الأفراد في المجتمع الى أحد الآباء في أجيال متعاقبة . الشكل ١٦ – ٢ يمثل كفاءة أنظمة التزاوج في الحصول على الأصالة الوراثية .



شكل ١٦ – ٢ : العلاقة بين معامل التربية الداخلية وعدد أجيال التلقيح الذاتي في الأنواع ذاتية المجموعة الكروموسومية والرباعية .

يتضح من الشكل على ان ثلاثة أجيال من التلقيح الذاتي تعادل عشرة أجيال من تزاوج الاشقاء للحصول على الأصالة المطلوبة . على العموم فان جميع الطرق تؤدي الى الحصول على أصالة ١٠٠٪ في نهاية الأمر.

يوضح الجدول ١٦ – ١ التغيرات في قيم معاملات التربية الداخلية (F) في الطرق المختلفة . تكون قيمة (F) للجيل الثاني مساوية للصفر. وتعتمد نسبة الأصالة لكل جيل

من التربية الرجعية على مستوى التربية الداخليه للآب الرجعي.
الأصيل (F=0) يكون اما جيلاً ثانياً او مايكافئه. أما الأب الرجعي الأصيل (F=1) فيكون نباتاً أصيلاً بشكل تام.

جدول ١٦ – ١ : حساب معامل التربية لخمسة طرق من التربية الداخلية في الانواع ثنائية المجموعة الكروموسومية

جيل التربية الداخلية	التلقيح الذاتي	الأشقاء الكاملة	أنصاف الأشقاء	التهجين الرجعي الأب التكراري	
				سلالة نقية (F=1)	سلالة غير نقية (F=0)
0	$F = \frac{1}{2}(1 + F')$	$F = \frac{1}{4}(1 + 2F' + F'')$	$F = \frac{1}{8}(1 + 6F' + F'')$	$F = \frac{1}{2}(1 + F')$	$F = \frac{1}{4}(1 + 2F')$
1	$\frac{1}{2}(1 + 0) = \frac{1}{2}$	$\frac{1}{4}(1 + 2 \cdot 0 + 0) = \frac{1}{4}$	$\frac{1}{8}(1 + 6 \cdot 0 + 0) = \frac{1}{8}$	$\frac{1}{2}(1 + 0) = \frac{1}{2}$	$\frac{1}{4}(1 + 2 \cdot 0) = \frac{1}{4}$
2	$\frac{1}{2}\left(1 + \frac{1}{2}\right) = \frac{3}{4}$	$\frac{1}{4}\left(1 + 2 \cdot \frac{1}{4} + 0\right) = \frac{3}{8}$	$\frac{1}{8}\left(1 + 6 \cdot \frac{1}{8} + 0\right) = \frac{7}{32}$	$\frac{1}{2}\left(1 + \frac{1}{2}\right) = \frac{3}{4}$	$\frac{1}{4}\left(1 + 2 \cdot \frac{1}{4}\right) = \frac{3}{8}$
3	$\frac{1}{2}\left(1 + \frac{3}{4}\right) = \frac{7}{8}$	$\frac{1}{4}\left(1 + 2 \cdot \frac{3}{8} + \frac{1}{4}\right) = \frac{1}{2}$	$\frac{1}{8}\left(1 + 6 \cdot \frac{7}{32} + \frac{1}{8}\right) = \frac{39}{128}$	$\frac{1}{2}\left(1 + \frac{3}{4}\right) = \frac{7}{8}$	$\frac{1}{4}\left(1 + 2 \cdot \frac{3}{8}\right) = \frac{7}{16}$
4	$\frac{1}{2}\left(1 + \frac{7}{8}\right) = \frac{15}{16}$	$\frac{1}{4}\left(1 + 2 \cdot \frac{1}{2} + \frac{3}{8}\right) = \frac{19}{32}$	$\frac{1}{8}\left(1 + 6 \cdot \frac{39}{128} + \frac{7}{32}\right) = \frac{195}{512}$	$\frac{1}{2}\left(1 + \frac{7}{8}\right) = \frac{15}{16}$	$\frac{1}{4}\left(1 + 2 \cdot \frac{7}{16}\right) = \frac{15}{32}$

عن Fehr, 1987 ص 109.

ان التغايرات في الوصول الى الأصالة بين هذه الأنظمة يرافق الاختلافات في فرصة مجيئ الأليلات المتماثلة سوية. فالتثبيت البطيئ للأليلات غير المرغوب فيها تسمح بفرصة أوفر للانتخاب خلال التربية الداخلية. وفي اختيار نظام التربية فانه يجب وزن أهمية الانتخاب مع الزمن المستغرق للحصول على المستوى المطلوب من الأصالة (Fehr, 1987 :)

التربية الداخلية للانواع الرباعية :

اورد Kempthorne (1957) معامل التربية الداخلية للأنواع الرباعية نتيجة للتربية الداخلية بالمعادلة الآتية :

$$F = \frac{1}{16} [1 + 2\alpha + (5 - 2\alpha) F] \quad ... (1)$$

حيث :

F = احتمال تماثل اليلين للموقع الجيني بالانحدار من السلف.

α = احتمال الاختزال المزدوج double reduction الذي ينتج الكاميتات لها اليلات من كروماتيدات اختية.

F = معامل التربية الداخلية للجيل السابق.

وعندما يتم التلقيح الذاتي لجيل واحد في مجتمع ذي تزاوج عشوائي يصبح معامل التربية الداخلية يساوي $\frac{1}{٦}$ ان كانت α = 0 . وتصبح قيمة (F) صفراً بسبب كون معامل التربية الداخلية في المجتمع الذي تتزاوج افراده تزاوجاً عشوائياً يساوي صفراً او:

$$F = \frac{1}{16} \{ 1 + 2(0) + [5 - 2(0)] 0 \} = \frac{1}{16}$$

في الأنواع الرباعية المجموعة الكروموسومية توجد اربع أليلات لكل موقع جيني ، ونحتاج لكل موقع أصيل أن تكون الأليلات الأربعة متماثلة . بينما الى اثنين فقط في الأنواع الثنائية . ولهذا السبب فان الحصول على الأصالة الوراثية ، في الأنواع الرباعية يكون أبطأ . وللحصول على مناقشة للنواحي النظرية لتأثير التربية الداخلية في الأنواع الرباعية مثل الجت راجع المناقشة في Fehr (1987) وتأثير التربية الداخلية في المجتمعات الصغيرة في Hallauer, Miranda (1981) .

قوة الهجين : Heterosis

تعد ظاهرة قوة الهجين Heterosis عن أفضلية آداء الابناء الهجينة مقارنة بالآباء . وقد أشار Shull الى ان تهجينات معينة بين سلالات معينة في الذرة الصفراء قد أعطت قوة نمو ملحوظة في النسل بينما لم تكن قوة الهجين كبيرة أو لاتوجد في تهجينات اخرى . وبهذا استخدم المعنى الاقتصادي لقوة الهجين الذي أصبح جاهزا بعد تهجينات معينة (ولكن ليس جميع التهجينات) من السلالات الآصيلة للذرة الصفراء . ان حصول قوة الهجين شائعة في أنواع النباتات ولكن التعبير عن درجة قوة الهجين متغايرة .

طرق قياس قوة الهجين :

هناك عدة طرق لقياس قوة الهجين تعتمد على النواحي الآتية : (١) مقارنة الجيل الأول بأحسن الاباء ، (٢) مقارنة الجيل الأول مع معدل الأبوين (٣) مقارنة الجيل الأول مع معدل نباتات المشتل (٤) مقارنة الجيل الأول مع أصناف للمقارنة.

يعبر عن قوة الهجين بنسبة مئوية وكما يلي : (Fehr, 1987)

١ . قوة الهجين متوسط الآباء (٪)= $\frac{\text{الجيل الأول } (F_1) - \text{متوسط الأبوين}}{\text{متوسط الأبوين}} \times ١٠٠$

٢ . قوة الهجين أعلى أب (٪)= $\frac{\text{الجيل الأول } (F_1) - \text{متوسط أعلى أب}}{\text{متوسط أعلى أب}} \times ١٠٠$

وكمثال لو فرضنا أن حاصل الهجين (٩٠) وحدة وللأب الأول (٦٠) وحدة وللأب الثاني (٨٠) وحدة فان معدل آداء الآباء ستكون ٧٠ وحدة .

قوة الهجين المتوسط الآباء= $\frac{٩٠ - ٧٠}{٧٠} \times ١٠٠ = ٢٨,٦$ ٪

قوة الهجين الأعلى الآباء= $\frac{٩٠ - ٨٠}{٨٠} \times ١٠٠ = ١٢,٥$ ٪

الأسس الوراثية لقوة الهجين :

الأسس الوراثية لقوة الهجين غير مفهومة بشكل كامل . ولكن هناك عدة تفاسير لها أورد Falconer 1981 أنه يمكن التعبير عن التفوق عندما يكون لآباء الهجين أليلات مختلفة في الموقع الجيني وان هناك مستوى معيناً من السيادة بين هذه الأليلات . وهناك نقاش واسع بين مستوى السيادة والتعبير عن التفوق . الفرضيات التي استقطبت الاهتمام هما نظرية السيادة ونظرية السيادة الفائقة Overdominance hypothesis .

آ- نظرية السيادة : Dominance hypothesis

تم اقتراح نظرية السيادة لأول مرة من قبل Dovenport (1908) الذي اقترح من خلالها أن قوة الهجين تنتج من فعل وتداخل الجينات السائدة الملائمة . ووفقا لهذه النظرية

فأن الانخفاض نتيجة التربية الداخلية يحصل عندما تصبح الجينات المتنحية الضارة بشكل أصيل بالتربية الداخلية. وان التهجين بين السلالات غير الأصيلة سيستعيد الحالة الخليطة قوة النمو معها. يمكن ان تزيد قوة الهجين الآباء غير الأصيلة ان امتلكت جينات سائدة مختلفة. لذلك فمن الناحية النظرية فانه يمكن استنباط النبات الأصيل لجميع الجينات السائدة الملائمة. فعلى سبيل المثال التهجين بين AA BB ccX AA bbCC يمكن ان يعطي نسلاً في الجيل الثاني له التركيب الوراثي AA BB CC والذي يساوي في حاصلة الهجين AA Bb Cc. في الذرة الصفراء لم نحصل على مثل هذه السلالات النقية التي تساوي في حاصلها أفضل الهجن. ان هذا يعد دليلا ضد نظرية السيادة. على العموم فان وجود الارتباط يمكن ان يجعل من مهمة تجميع الجينات السائدة صعبة جدا حيث أن هناك حاجة لعبور وراثي بين الأليلات السائدة والمتنحية. وعندما يؤخذ بنظر الاعتبار عدد المواقع الجينية فان احتمال حصول ذلك في انتخاب الكاميتات الصحيحة واطئ جداً. كذلك وجود السيادة غير الكاملة والتأثيرات البيئية يعقد من مسألة الحصول على التركيب الوراثي المطلوب (Jones, 1918).

هناك علاقة مضطردة بين قوة الهجين والخلط الوراثي يشير الى الفعل الجيني السيادي، وقد وجد من العديد من الدراسات ان حاصل الحبوب في الجيل الثاني يقع وسطا بين حاصلي الآباء والجيل الأول. وقد شملت هذه الدراسات على سلالات أصيلة تنتج حاصل حبوب أقل تحت ظروف الشد (Burton, 1983).

أشير أيضا الى ان التفوق epistasis الذي يعبر عن التداخل بين الجينات الأليلات يمكن ان يؤثر في قوة الهجين، من الصعوبة تقويم طبيعة ومقدار هذه التأثيرات في الحاصل. وقد أشار Burton (1968) الى أن التفوق يؤدي الى خفض حاصل العلف لهجن الدخن وانه يمكن أن يتأثر التفوق الكمي بشكل كبير بالظروف البيئية، وان التفوق أقل أهمية من السيادة.

ب- السيادة الفائقة : Overdominance Hypothesis

افترضت هذه النظرية من قبل Shull (1908) وأيدها Fast (1936) و Hull (1945). تقول النظرية ان الحالة الهجينة للجين (Aa) أكثر قوة من كل حالتي الأصالة للجين (aa, AA). رغم ان النظرية تؤيد تأثير السيادة الجزئية والكاملة في أداء الهجين لكن هذه التأثيرات لاتوضح جميع قوة الهجين في الهجن. وتمت البرهنة على السيادة

الفائقة في الصفات التي يسيطر عليها جين واحد. ولكن من الصعوبة البرهنة على وجودها في الصفة الكمية وقد استخدم Hull (1952) انحدار النسل على الآباء لتوضيح السيادة الفائقة في تهجينات ثنائية الأليل في الذرة الصفراء. وقد بينت الدراسات في الذرة الصفراء أن أغلب التأثيرات الوراثية كانت تجميعية والقليل منها ان وجد يعود الى السيادة الفائقة.

وقد وضعت عدة تفسيرات لتوضيح السيادة الفائقة Brewbaker 1964 منها: (١) الفعل الأليلي التكميلي (٢) مسارات بديلة (٣) الكميات ذات المستوى المثالي (٤) العنصر الهجين وقد استنتج Brewbaker (1964) ان الأدلة ضعيفة لتأييد فرضية السيادة الفائقة. بينما تتوفر أدلة تؤيد نظرية السيادة كأساس وراثي لتفسير قوة الهجين (Hallaur و 1981, Miranda).

الاستفادة من قوة الهجين:

أدى النجاح الذي حصل عليها في الذرة الصفراء الى تشجيع مربي النبات الى الكشف عن وجود ومقدار قوة الهجين في العديد من الأنواع الاخرى ذات الاهمية الاقتصادية. فقد شملت الدراسات والتطبيق في الذرة البيضاء، والبنجر السكري، والرز، والحنطة، والشعير، والشوفان، وعباد الشمس ونباتات الخضر مثل الطماطة، والقرنابيط والخيار، والرقي والشجر والكلم والسبيناغ واللهانة والجزر ونباتات الزينة مثل البيتونيا واليكونيا والجيرانيوم ونباتات الغابات مثل الصنوبر.

وتم توضيح اهمية زيادة الحاصل في الذرة الصفراء. فقد كان معدل غلة الهكتار في الولايات المتحدة الامريكية ١٢٥٠ كغم / هـ في الفترة ١٩٢٨ – ١٩٣٢ (الفترة قبل استعمال الهجن) اما في عام ١٩٧٢ فكان المعدل ٤٨٥٠ كغم / هـ نتيجة استعمال الهجن وتحسين عمليات الانتاج وذكر ان مساهمة الهجن في هذه الزيادة بلغت ٦٠٪. على العموم فان الهجن بدون التسميد او تحسين عمليات الانتاج لن تصل الى مثل هذا الحاصل.

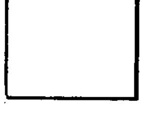
الهجن تزيد من الحاصل من خلال الاستعمال الكفوء لعوامل النمو وعائد اكثر لوحدة النمو من السماد والماء. تحت ظروف الشد يكون الجيل الأول متفوقاً على الآباء فضلاً عن استقرارية الاقلمة عبر مدى بيئي واسع. وقد يجمع الهجين صفات من الصعوبة جمعها بطرق اخرى خصوصاً في الهجن بين الأنواع والاجناس. كذلك يمكن الحصول على الصنف الهجين المتفوق بوقت أقل من الوقت المستغرق للصنف الاعتيادي.

من الناحية الاقتصادية فان استعمال الاصناف الهجينة اكثر كلفة. لذلك فان الزيادة في انتاجية الهجين يجب ان تغطي كلفة البذور. فضلاً عن ان تحسين تقنيات الانتاج يمكن ان يوسع استعمال الهجن وجني الفوائد منه. ان الاستعمال التجاري للهجن يعتمد ان كانت الهجن تكثر جنسياً او بطرق لاجنسية ، عادة التقنيات تختلف في المجموعتين اللتين تتطلبا طرق تربية مختلفة Burton, 1983.

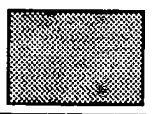
Brewbaker, 1964. Agricultural genetics. Prentice-Hall Englewood cliffs. New Jersy pp81-85.
Burton, G.W. 1968. Epistasis in pearl millet forage yields. Crop Sci. 8: 365-368.
Burton, G.W. 1983. Utilization of hybrid vigor pp 89-107. In D.R. Wood (ed.) Crop Breeding Am. Soc. Agron. Madison, Wisc. U.S.A
Davenport. C.G. 1908. Degeneration, albinism and inbreeding sci. 28: 454-455. (After Burton, 1983).
East E.M. 1936. Heterosis. Genetics. 21: 375-397.
Falconer, D.S. 1981. Introduction to Quantitative genetics. Longman, NewYork.
Fehr, W.R. 1987. Principles of cultivar development vol. 1. Theory and Technique. MacMillan Publishing company NewYork U.S.A.
Hallaur, A.R., and J.B. Miranda. 1981. Quantitative genetics in maize breeding-Iowa state Univ. press, Ames. Iowa. U.S.A.
Hull, F.H. 1945. Recurrent Selection and specific combining ability in corn. J. Am. soc. Agron. 37: 134-145.
Jones, D.F. 1918. The effects of inbreeding and cross breeding upon development. Conn. Agric. Exp. Stn. Bull. 207. (After Burton, 1983).
Kempthorn, O. 1957. An introduction to genetic statistics. John wiley and sons. New York. U.S.A.
Shull, G.H. 1908. The composition of afield of maize. Am. Breeding. Assoc. Rep. 4:296-301.
Wright, S. 1921 . Systems of mating. Genetics: 111-178.
Wright, S. 1922. Coefficients of inbreeding and relationships. Am. Nat.: 56: 300-338.

الفصل السابع عشر
تربية الهجن والأصناف التركيبية

مقدمة
تكوين المجتمع الانعزالي الأساس
طرق التربية الداخلية لانتاج السلالات الاصيلة
تقويم أداء السلالات الاصيلة
أنظمة إنتاج الهجين
العقم الذكري– السايتوبلازمي
الآباء الذكرية
الآباء الانثوية
المحافظة على أنظمة العقم وإستعادة الخصوبة
مشاكل العقم السايتوبلازمي واستعادة الخصوبة
الأصناف التركيبية
تكوين الصنف التركيبي
انتاج البذور التجارية للصنف التركيبي
المصادر



الفصل السابع عشر
تربية الهجن والاصناف التركيبية



مقدمة :

تمثل الاصناف الهجينة نسل الجيل الأول من التزاوج بين السلالات الاصيلة او كلونات او مجتمعات. الشكل الشائع للأصناف الهجينة هي الناتجة من التهجين بين اثنين او اكثر من السلالات الاصيلة. ان استنباط السلالات الاصيلة من المجتمع الانعزالي ينحصر في التوجيهات التالية : (١) تكوين المجتمع الانعزالي الاساسي (٢) التربية الداخلية الى مستوى مناسب من الاصالة (٣) تقويم آداء السلالات (٤) تقويم القدرة العامة على التوافق للسلالات المستنبطة (٥) تقويم السلالة في هجن تجارية (٦) تحضير بذور المربي للسلالة الاصيلة. وهناك عدد من الطرق متوفرة لكل مرحلة من مراحل الاستنباط.

تكوين المجتمع الانعزالي الاساس :

المجتمع الاساس لاستنباط السلالات النقية في المحاصيل الخلطية التلقيح هي المجتمعات الطبيعية المفتوحة التلقيح التي تطورت عن طريقة انتخابها من قبل المزارع من المجتمعات الطبيعية. هذه المجتمعات مهمة كمصدر للتغاير الوراثي في قطر المنشأ وغيرها من الاقطار ذات الظروف البيئية المتماثلة من الطرق المستخدمة : (أ) طريقة الانتخاب الكاميتي Gamete Selection, Stàdler 1945 لاستخدام المجتمع المفتوح التلقيح لتكوين المجتمع الانعزالي الذي يحتوي عليها تكرار عالٍ من الأفراد المرغوب فيها. (ب) اشار الى أن الافراد المتفوقة في المجتمع المفتوح التلقيح تأتي من اتحاد الكاميتات الذكرية

والانثوية المتفوقة. وإن إعتماد اتحاد كاميتين متفوقين لتكوين فرد متفوق يساوي مربع تكرار الكاميتات المتفوقة. فاذا كان لدينا ١٠٪ من الكاميتات المتفوقة فاننا سنحصل على ١٪ من اللاقحات (الافراد) المتفوقة. كذلك فان انتخاب الكاميتات بدلاً من اللاقحات يزيد من احتمال التعرف على الجينات المفيدة. تشمل طريقة الانتخاب الكاميتي على اخذ عينات الكاميتات من المجتمع عن طريق تهجين المجتمع مع سلالة اصيلة متقدمة elite inbred line. ويتم التعرف على الأفراد المتفوقة من التهجين عن طريق تقويم الهجن الاختبارية يمثل نسل التلقيح الذاتي من الافراد المتفوقة المجتمع الذي يمكن استنباط السلالات النقية منه.

تتلخص طريقة تكوين المجتمع الانعزالي بما يلي :

الموسم الأول : تهجين المجتمع الانعزالي الى سلالة اصيلة. ان كل بذرة من الجيل الأول F_1 تمثل كامبتاً مختلفاً من المجتمع مع كاميتات من السلالة الاصيلة.

الموسم الثاني : زراعة بذور الجيل الاول ويتم تلقيح النباتات الفردية ذاتياً وتلقح في نفس الوقت مع صنف اختباري. يحتفظ بذور التلقيح الذاتي للهجين وهي بذور جيل ثان في المخزن للاستعمال في الموسم الرابع. تستخدم بذور التهجين الاختباري من فرد الجيل الاول لتجارب مكررة في الموسم الثالث.

الموسم الثالث : تنفيذ تجربة مكررة تشمل على نسل الهجن الاختبارية من أفراد الجيل الأول وهجن السلالة الاصيلة× الصنف الاختباري. يتم انتخاب الافراد التي لها آداء اختباري متفوق على هجن السلالة النقية × الصنف الاختباري.

الموسم الرابع : زراعة بذور التلقيح الذاتي من كل من افراد الجيل الاول المتفوقة التي انتجت في الموسم الثاني وهي جيل ثان F_2 ويتم استنباط السلالات الاصيلة من هذا المجتمع بالطرق الاعتيادية من هذا المجتمع .

الاصول الوراثية المطلوبة للطريقة هي (١) مجتمع انعزالي (صنف مفتوح التلقيح) (٢) سلالة اصيلة (٣) صنف اختباري.

المميزات والمآخذ على الطريقة :

المجتمع المشتق من تهجين المجتمع × سلالة نقية يعطي تكراراً اعلى من السلالات الاصيلة المرغوب فيها مقارنة بالتربية الداخلية للمجتمع. على العموم فان التباين الوراثي يكون اقل من التربية الداخلية للمجتمع وذلك لكون نصف الجينات قد جاءت من سلالة اصيلة.

(ب) التهجينات بين السلالات الاصيلة :

تستعمل السلالات الاصيلة المستنبطة في الحصول على مجتمعات الهجن الفردية Single crosses ، الهجن الثلاثية three – way crosses والهجن الزوجية double crosses ، الهجن الرجعية back crosses والهجن المعقدة complex crosses فضلاً عن الاصناف التركيبية Synthetic cultivars. هذه المجتمعات يمكن استخدامها لاستنباط السلالات الاصيلة.

ان انتخاب الآباء للحصول على المجتمع المطلوب يأخذ بنظر الاعتبار: (١) علاقات قوة الهجين بين التراكيب الوراثية المتاحة (٢) والتداخلات السايتوبلازمية – الوراثية في مجال انتاج البذور الهجين. في الحالة الاولى يعتمد آداء الهجين على كمية قوة الهجين المعبر عنها بالتهجين بين اثنين من الآباء. وتزداد هذه القوة كلما زاد التباين الوراثي بين الآباء Fehr, 1987.

أما العلاقة الوراثية السايتوبلازمية فتخص حالة انتاج الاصناف الهجينة باستخدام العقم الذكري السايتوبلازمي الوراثي حيث هناك حاجة الى سلالات نقية مناسبة مستعيدة للخصوبة R– lines) genes – restores) وسلالات ذات سايتوبلازم خصب ذكري وجينات غير مسترجعة للخصوبة (B – lines) وسلالات ذات سايتوبلازم يسبب العقم الذكري (A – lines). لذلك يجب استنباط مجتمعات ثلاثة ومنفصلة لكل من السلالات الثلاث اي :

١. مجتمعات مسترجعة للخصوبة R – lines وتستعمل كذكر في عملية انتاج البذور الهجينة.
٢. مجتمع غير مسترجعة للخصوبة non-restores او B – lines حيث يحضر منها اناث عقيمة ذكرياً.
٣. مجتمع يسبب العقم الذكري A-line وهو عقيم ذكرياً وجينات غير مسترجعة للخصوبة.

(ج) المجتمعات المشتقة من الانتخاب التكراري

يمكن ان تكون المجتمعات المشتقة من الانتخاب التكراري مفيدة في استنباط السلالات الاصيلة. فالسلالات التي تقيم كجزء من برنامج الانتخاب التكراري يمكن

استعمالها كآباء لتكوين مجتمع جديد ويمكن اجراء التربية الداخلية فيه لغرض استعماله في انتاج الهجن.

(٢) التربية الداخلية للمجتمع :

تستنبط السلالات الاصيلة المطلوبة لانتاج الهجن عن طرق التلقيح الذاتي او تزاوج الاشقاء. ويستعمل التلقيح الذاتي بصورة أوسع وذلك لكونه أسرع في الوصول الى الاصالة مقارنة بالطريقة الاخرى (شكل ١٧ – ١).

كمية التربية الداخلية المطلوبة يقررها المربي وهي مرحلة مهمة جداً في المحاصيل الخلطية التلقيح لكونها تؤثر في : (١) مقدار قوة الهجين للاب و (٢) الابقاء على التكامل الوراثي و (٣) سهولة تنظيم حقل انتاج البذور.

في المحاصيل الخلطية التلقيح فان لقوة التهجين في السلالات النقية مع مجتمع ماتتناسب عكسياً مع مقدار التربية الداخلية.

تشمل قوة السلالة على قدرتها لانتاج بذور عندما تكون اما وحبوب اللقاح عندما تكون أبا. فالانتاج الاقتصادي للبذور وخصوصاً في الهجن الفردية يعتمد بشكل خاص على قوة السلالة المستخدمة. ولذلك فان من الملائم استخدام مقدار محدود من التربية الداخلية في استنباط الآباء للانتاج التجاري.

تكمن مضار التربية الداخلية المحدودة في الصعوبة الناشئة في الابقاء على التكامل الوراثي للسلالة الاصيلة خلال الاجيال المتعددة من انتاج البذور فالسلالة المشتقة من النباتات خلال الاجيال المبكرة من التربية الداخلية تكون غير متجانسة بالنسبة للتجانس المظهري فضلاً عن امتلاكها تبايناً وراثياً للصفات الكمية. وعندما تزرع السلالة الاصيلة غير المتجانسة لغرض انتاج البذور في بيئات مختلفة ولعدد من السنوات فان الانتخاب الطبيعي سيغير من التكوين الوراثي للسلالة. ونتيجة لذلك فان صفات مثل هذا الأب المنتج عبر عدد من السنوات في منطقتين ستكون مختلفة.

وفضلاً عن ذلك فمن الناحية العملية فان عدم تجانس السلالة النقية بسبب صعوبات في حقول انتاج البذور. فمن السهولة للاشخاص عديمي الخبرة القيام بازالة النباتات الشاذة offtype من الحقل ان كان الاب متجانساً من الناحية الوراثية مقارنة بالسلالات ذات التغاير في الصفات المظهرية.

طرق التربية الداخلية لانتاج السلالات الاصيلة :

تشمل الطريقة المستخدمة لاستنباط السلالات النقية على (١) طريقة النسب (٢) الطريقة البلكية (٣) طريقة الانحدار من بذرة واحدة و (٤) الاختبار في الاجيال المبكرة. يعتمد اختيار الطريقة على البيئات المتوفرة للمربي من ناحية استعمال المشاتل خارج موسم الزراعة لتقصير الوقت اللازم للاستنباط ، هذه البيئات جيدة للتربية الداخلية وليست للانتخاب عموماً استخدام طريقة تسجيل النسب او البلكية سيؤخر من عملية الاستنباط حيث لايمكن اجراء الانتخاب خارج موسم الزراعة المعتاد. كذلك الطريقة البلكية يمكن ان تعاق باداء التراكيب الوراثية. اما في طريقة الاختيار للاجيال المبكرة فان مرحلة التقويم لايمكن اجراؤها خارج موسم الزراعة ولكن يمكن إستعمال المشتل لانتاج بذور التهجين الاختباري الضرورية للتجارب المكررة يمكن استعمال طريقة الانحدار من بذرة واحدة بصورة مؤثرة خارج موسم الزراعة لتسريع تطوير السلالات النقية. من المناسب احياناً استعمال طرق عدة لاختيار ستراتيجية التربية الداخلية عندما تستعمل بيئات معينة للتربية الداخلية.

(٣) تقويم اداء السلالات الاصيلة :

أ- القدرة العامة على التوافق : General Combining Ability

الهدف من برنامج استنباط الهجن هو التعرف على السلالة الجديدة والتي عند تهجينها مع عدة اباء ستنتج هجناً ذوات آداء متفوق. فان كانت المصادر المالية والارض والعمالة متوفرة بشكل غير محدود فان بالامكان الاختيار المباشر لكل سلالة جديدة بالتوافق مع أية سلالة اخرى في الصنف الهجين. على العموم هذه الناحية غير ممكنة اذا أخذنا بنظر الاعتبار العدد الكبير من الهجن الفردية الواجب اختباره. فعلى سبيل المثال فان عدد الهجن الفردية بين (n) من الآباء يساوي :

$$n(n-1)/2$$

فان تقييم ١٠٠٠ سلالة نقية في جميع اتجاهات الهجن الفردية الممكنة سيمثل على ٢ / (٩٩٩ × ١٠٠٠) = ٤٩٩,٥٠٠ هجيناً فردياً وهو عدد كبير جداً وغير عملي للتطبيق ، فالمربي يجب ان يتعرف على عدد محدود من السلالات ذات القدرة الوراثية الكامنة قبل تقويمها في توافقات هجينية معينة.

تعرف قدرة التوافق بالقدرة على انتاج النسل المرغوب فيه ومن المنطق الافتراض ان اعلى قوة هجين نحصل عليه من تهجين السلالات النقية. ان قوة الهجين تعتمد على قدرة التوافق الممكن حصولها بين توافق معين للسلالات النقية.

تعد قدرة التوافق العامة General combining ability (GCA) في نسل السلالات الاصيلة التي هجنت مع عدة تراكيب وراثية وتكون ناتجة بصورة رئيسة من الفعل التجميعي للجينات Additive gene action.

الخطوة الاولى في تقويم الامكانية الوراثية الكامنة للسلالات الجديدة هي التهجين الى أب مشترك (أب اختباري ذو قاعدة وراثية واسعة) لمقارنة أداء أزواج الهجن. يقال للأب المشترك بالأب الاختباري وللهجن المنتجة بالهجن الاختبارية او الهجن القمية Top crosses. وحيث ان الاب الاختباري واحد لجميع السلالات الجديدة فان الاختلافات في الاداء بين الهجن يعكس الاختلافات في القدرة العامة على التوافق للسلالات. ويقال للقدرة العامة على التوافق بأنها تعين معدل أداء السلالة في التهجينات مع آباء اخرى اما القدرة الخاصة على التوافق Specific combiningability فتعبر عن آداء سلالة معينة مع أب معين وتعود الى الفعل الجيني السيادي او التفوقي او التجميعي. وكمثال اذا كانت لدينا سلالة (P1) وهجنت مع عدة آباء P2 , P3 و P4 فان معدل آداء الهجن $P_1 \times P_4$, $P_1 \times P_3$, $P_1 \times P_2$ ستعكس القدرة العامة على التوافق للسلالة الاولى P_1. اما الاداء الخاص لاي من الهجن الثلاثة فسيعكس القدرة الخاصة على التوافق للسلالة P_1 مع احد الآباء.

اما الصنف الاختباري المستعمل لتحديد القدرة العامة على التوافق في السنين الاولى كان اما صنفا او مجتمعاً غير متجانس أو تهجيناً معيناً اي تكون هذه المجتمعات الاختبارية ذوات أساس وراثي عريض ، اي يمثل مجموعة من الجينات التي يمكن للسلالة ان تترافق معها بعد التهجين للاباء في سلسلة للهجن الفردية. ويعطي آداء السلالة مع هذه المجموعة من الجينات قياساً لمعدل القدرة عل التوافق مع آباء اخرى.

عادة يشمل التقويم الاولي للسلالة تقييم القدرة العامة على التوافق وهو تهجينها مع السلالة المحتمل التهجين معها لانتاج الهجين التجاري. في الانواع التي يكون الهجين التجاري هجيناً فردياً ، فان الصنف الاختباري يكون سلالة نقية تستعمل على نطاق واسع لانتاج بذور الهجين. اما في الاصناف الثلاثية الهجين وهي شائعة في البنجر السكري فيكون الصنف الاختباري الهجين فردياً يستعمل في انتاج الصنف الاختباري.

ان استعمال الاصناف الحالية كأصناف اختبارية يعطي معلومات جيدة حول القدرة العامة للسلالة على التوافق مع الآباء الاخرى كذلك يوفر معلومات عن القدرة الخاصة على التوافق للسلالة مع الصنف الاختباري. وقد يظهر ايضاً ان التهجين السلالة × الصنف الاختباري قد يعطي هجناً اختبارية مفيدة. وفي الماضي عندما كان يستعمل الصنف الاختباري ذو القاعدة الوراثية الواسعة فانه يتم تقويم القدرة العامة على التوافق فقط في السنة الاولى او السنتين ثم يتبعها اختبار القدرة الخاصة لتوافقات الهجن.

عادة يستعمل واحد او اثنين من الاصناف الاختبارية الاصيلة لتقويم الدورة الاولى للقدرة العامة على التوافق بسبب ان عدد التهجينات الاختبارية تزداد بصورة مضاعفة لعدد الاصناف الاختبارية. ان تقييم ١٠٠٠ سلالة مع صنف اختباري واحد يشمل على ١٠٠٠ هجين اختباري بينما تقييم ١٠٠٠ سلالة مع صنفين اختباريين على ٢٠٠٠ هجين وعندما تكون الموارد محدودة فان على المربي الاختيار بين سلالات اكثر وبدقة اقل مع صنف اختباري واحد او عدد قليل من السلالات مع دقة اكثر لاثنين او اكثر من السلالات.

ويتم ترحيل السلالات ذات الأداء الجيد في التقويم الاولي الى الاختبارات التي تشمل اصنافاً اختبارية اكثر وفي النهاية يتم تقويم القدرة الخاصة على التوافق. وفي كل سنة من التقويم يتقلص عدد السلالات ويزداد مدى تأثير اختبار السلالات المحتفظ بها.

قياس القدرة العامة على التوافق :

لغرض احتساب تباين القدرة العامة على التوافق (σ_G^2) تطبق المعادلة التالية :

$$\sigma_G^2 = \frac{n-1}{n(n-2)}\left[\frac{\frac{(n/2T_a - T)^2}{n(n-1)(n-2)}}{4} - \frac{E}{r} \right]$$

(σ_G^2) = تباين القدرة العامة على التوافق

n = عدد السلالات الداخلة في الدراسة

Ta = مجموع حاصل هجن السلالة المطلوب قياس قابليتها على التوافق

T = مجموع حاصل هجن جميع السلالات

E = معدل مربعات الخطأ التجريبي

r = عدد المكررات

لتفاصيل الاحتساب انظر الساهوكي وجماعته ١٩٨٣ ص ٢٤٥

القدرة الخاصة على التوافق:

وهي المرحلة النهائية لتقويم آداء السلالة كأب في الهجن المستعملة تجارياً وكما ذكرنا فانها تختلف عن القدرة العامة في الصنف الاختباري، حيث يستخدم صنف اختباري ذو قاعدة وراثية ضيقة في هذه الحالة لتقويم القابلية الكامنة للهجين.

تخمين آداء الهجن الثلاثية والزوجية:

من المعوقات التي تصادف تقويم مجموعة السلالات النقية من ناحية الآداء في الهجن الثلاثية والزوجية هو العدد الكبير من التوافقات الممكنة بين هذه السلالات. المعادلات التي تحدد عدد التهجينات الممكنة بين (n) من السلالات النقية هي كمايلي:

(١) عدد التهجينات الفردية $= \dfrac{n(n-1)}{2}$

(٢) عدد التهجينات الثلاثية $= \dfrac{n(n-1)(n-2)}{2}$

(٣) عدد التهجينات الزوجية $= \dfrac{n(n-1)(n-2)(n-3)}{8}$

فاذا كان لدينا ١٠ سلالات نقية يكون عدد الهجن الفردية الى (٤٥) هجينا فرديا وعدد الهجن الزوجية (٦٣٠) وعدد الهجن الثلاثية ٣٦٠ هجينا. اما اذا كان لدينا ٢٠ سلالة نقية فان عدد الهجن الفردية ١٩٠ و (٣٤٢٠) هجيناً ثلاثياً و ١٤٥٣٥ هجيناً زوجياً. لذلك فان عدد الهجن الثلاثية والزوجية كبير جدا ويجب اختزاله حتى يمكن تقويمه بشكل عملي.

وقد ذكرت طرق عدة للتقويم لخصت من قبل Jugenheimer,Eberhart, Sprague . احدى الطرق استنبطت من قبل Jenkins في عام ١٩٣٤ لتخمين آداء الهجين الزوجي والتي تستعمل على نطاق واسع للتعرف على توافقات السلالات النقية التي يمكن تقويمها في التجارب الحقلية. تعرف الطريقة بطريقة Jenkins (B) وهي احدى اربع طرق للتقويم.

آداء الهجين الزوجي $(P_1 \times P_2) \times (P_3 \times P_4)$ يخمن بطريقة Jenkins باتباع المعادلات الآتية:

$$(P_1 \times P_2) \times (P_3 \times P_4) = \frac{1}{4}(P_1 \times P_3) + (P_1 \times P_4) +$$

$$(P_2 \times P_3) + (P_2 \times P_4)$$

حيث أن $P_2 \times P_4, P_2 \times P_3, P_1 \times P_4, P_1 \times P_3$ هي اربع من ستة هجن فردية ممكنة بين السلالات الأربعة. ولايؤخذ بنظر الاعتبار اثنان من الهجن الفردية الأبوية التي تشترك في انتاج الهجين المزدوج $P_2 \times P_1$ أو $P_3 \times P_4$ في صنع هذا التخمين.

ويمكن اتباع الطريقة نفسها في تخمين حاصل الهجين الثلاثي $(P_1 \times P_2) P_3$

$$(P_1 \times P_2) \times P_3 = \frac{1}{2}(P_1 \times P_3) + (P_2 \times P_3)$$

ولتوضيح استعمال هذه المعالادت افترض لدينا اربع سلالات نقية وهي: D,C,B,A ويتم تقويم الهجن الفردية لها وتم الحصول على حاصلها (طن/ هـ) وكمايلي:

$$A \times B = 8{\cdot}8 \quad B \times C = 9{\cdot}2$$

$$A \times C = 8{\cdot}9 \quad B \times D = 8{\cdot}0$$

$$A \times D = 8{\cdot}4 \quad C \times D = 8{\cdot}1$$

الحاصل المخمن للهجين الزوج$(B \times D) \times (A \times C)$ يساوي:

$$\frac{1}{4}[(A \times B) + (A \times D)] + [(B \times C) + (C \times D)] =$$

$$\frac{1}{4}[8{\cdot}8 + 8{\cdot}4 + 9{\cdot}2 + 8{\cdot}1] = 8{\cdot}6$$

أما الآداء المخمن للهجين الثلاثي $(A \times D) \times C$ يساوي

$$\frac{1}{2}[(A \times C) + (C \times D)] = \frac{1}{2}[8{\cdot}9 + 8{\cdot}1] = 8{\cdot}5$$

وبعد التعرف على عدد الهجن الثلاثية أو الزوجية التي لها حاصل مخمن عال يجب تقويم هذه الهجن في تجربة حقلية وذلك لتعيين أفضل هجين. ولاينفي استخدام معادلات التخمين الحاجة الى التقويم الحقلي للهجن الثلاثية أو الزوجية ولكنها تساعد على اختزال العدد الكلي الواجب تقويمه وليس هذا هو التقويم الوحيد للهجن، فهناك عدة تقنيات اقترحت لتقويم حاصل الهجن لتوفير الوقت والجهد والمال مثل قياس النشاط الفسيولوجي للمايتوكوندريا في الهجين في مرحلة البادرات. حيث تم الحصول على أدلة تشير الى كون نشاط المايتوكوندريا للهجن أعلى من السلالات النقية الأبوية في كل من الذرة وللشعير ويتم الاقتراح استعمال قياس هذا النشاط كتخمين لقوة الهجين دون زراعة النباتات حتى النضج. كما اجريت مراجعة أجراها Bratt and Flavell (1977) في امكانية قياس النشاط الفسيولوجي للمايتوكوندريا في البنجر السكري والحنطة والذرة الصفراء والشعير انه يمكن قياس النشاط في بعض الحالات ولكن هناك صعوبة في برهنة العلاقة بين النشاط الفسيولوجي والحاصل في عدد كبير من الهجن. ورغم وجود تغايرات كبيرة في نظام الكيمياء الحياتية الا ان هناك حاجة ملحة لاستعمال القدرة الكامنة لهذا التكنيك في اجراء التخمينات.

أنظمة انتاج الهجن:

بعد اثبات الفائدة الاقتصادية لقوة الهجين فقد تطور وتوسع علم وتكنولوجيا انتاج بذور الهجن وأصبحت اعمال انتاج البذور الهجينة اقتصادية حيث تباع بإسعار مجزية وفي الوقت نفسه يستطيع ان يشتريها المزارع. هناك عدد من أنظمة انتاج الهجن سنتطرق اليها في الفقرات الآتية:

١- الهجن التي تنتج يدويا:

يمكن اجراء عملية التهجين يدويا في الذرة الصفراء حيث يسمح الشكل المورفولوجي للنبات باجراء عملية الاخصاء بسهولة قبل التزهير ببساطة بسحب أوكسر النورة الذكرية Tassel . تجري عملية ازالة النورة الذكرية Detasseling عادة في الصيف وتتطلب العملية عدداً كبيراً من العمال ويمكن استعمال بعض الآلات الخاصة. تحصد البذور من السطور التي ازيلت نوراتها الذكرية ويمكن الحصول على كمية كبيرة من البذور.

يحتاج هذا النظام الى : (١) عملية العزل بحيث يتم التخلص من حبوب اللقاح الغريبة (٢) عمل كثير لازالة النورات الذكرية والمحافظة على النبات من الأذى الذي يجب اجراءه تحت اشراف كامل على الحقل. يجري العزل عادة عن طريق ترك مسافة عازلة بين الحقول او احاطة منطقة الزراعة بالأب النقي بحيث يبقى مصدر نقي لحبوب اللقاح. وحيث ان ازالة النورات الذكرية لاتتم في اليوم نفسه فانه من الواجب تكرار العمليات ، واذا كان الحقل مبتلا لايمكن استعمال الالآت ويجب عملها يدويا.

طريقة الزراعة:

تزرع سطور عدة من نبات الانثى ثم عدد من السطور الذكرية ثم عدد من سطور الانثى وهكذا. وقد يكون هناك نظام ٦ سطور انثى ثم ٢ سطر للذكر ثم ٦ سطور انثى. ويعتمد ذلك على قوة النبات الذكر وغزارة انتاج حبوب اللقاح. عند الحصاد تحصد سطور الانثى بعد ازالة السطور الذكرية بقلعها أوكسرها حتى يتم الحصول على البذور الهجينة.

شجعت احتياجات العمل الكبيرة الى تنشيط الأبحاث التي تخفض تكاليف انتاج البذور الهجينة. أما في المحاصيل ذات العائد العالي والاحتياج الى كمية قليلة من البذور للزراعة مثل الطماطة وأغلب نباتات الزينة فان التلقيح اليدوي لايزال يستعمل. اما في المحاصيل الاخرى التي يتم السعي فيها لاستنباط الهجن فالاتجاه السائد هو استعمال طرق تقلل التكاليف مثل العقم الذكري باشكاله المختلفة والذي سنتطرق اليه في الفقرات الاتية:

العقم الذكري– السايتوبلازمي: Cytoplasmic Male Sterility

وهي احدى العمليات التقنية المستعملة للسيطرة على التلقيحات بنظام يجعل النبات غير فعال ذكريا وانه يجب ان يكون بالامكان عكس النظام عند الرغبة بالحصول على الكاميتات الذكرية. ويجب ان نذكر ان الفائدة الاقتصادية لبعض الأنواع لاتعتمد على انتاج البذور منها ، فالجيل الأول في البصل يرغب بالبصلة وليست البذور وفي الجيل الأول للبنجر السكري هناك رغبة في الحصول على الجذور ونسبة السكر فيها ، وفي البيتونيا هناك رغبة في الازهار. أما الحبوب . فان الهدف هو انتاجها من البذور.

يستخدم نظام العقم الذكري – السايتوبلازمي على نطاق واسع في نظام انتاج الهجن. فمن المعروف ان الخلية تتكون من مكونين رئيسين وهما النواة والسايتوبلازم وتقع

في السايتوبلازم بعض المورثات التي تحكم الخصوبة الذكرية. عند الاخصاب تقدم الانثى الكاميت الانثوي وجميع السايتوبلازم من خلال البيضة. ويقدم الذكر نواة احادية من دون سايتوبلازم في الغالب ومعنى هذا انتقال سايتوبلازم الانثى من جيل لآخر. في التهجين التالي:

آ–	P	♀ A X B ♂
		↓
النواة	F_1	50 % A : 50 % B
السايتوبلازم		100 % A : 0 % B
ب–	P	♂ A X B ♀
النواة		↓
السايتوبلازم	F_1	50 % A : 50 % B
		0 % A : 100 % B

المعلومات الموجودة في السايتوبلازم والتي تؤثر في المظهر الخارجي تنتقل عن طريق الانثى. ويمكن نقل سايتوبلازم معين من جيل بعد آخر باستعمال نفس الانثى الحاملة جيلاً بعد آخر وتم اثبات التداخل بين الجينات والسايتوبلازم على الكاميتات الذكرية في اواخر عام ١٩٣٠ في البصل. حيث ان وجود آليل متنح (ms) في سايتوبلازم معين (عقيم) يسبب انتاج زهرة ذكرية غير فعالة (عقيمة ذكرياً) ولكنه في سايتوبلازم آخر لايظهر تأثيره (خصب ذكريا). يحتوي هذا النظام على القدرة الكامنة لانتاج البذور الهجينة دون تلقيح يدوي (شكل ١٧–١). ويتم اكثار السلالة العقيمة ذكريا وتدعى بالسلالة (A) بالتلقيح مع تركيب وراثي مماثل في سايتوبلازم خصب تدعى بالسلالة (B). نحصل على هجين الجيل الاول من تلقيح السلالة الذكرية العقيمة مع سلالة نقية ذات سايتوبلازم خصب وذات قدرة توافق جيدة مع السلالة العقيمة.

وقد فتح العمل الرائد في البصل الباب للبحث واستعمال العقم في انواع اخرى كاستخدام العقم السايتوبلازمي المتداخل مع اثنين من الأليلات المتنحية في نفس الوقت تقريبا لانتاج البنجر السكري الهجين. ولايعرف السبب الفسيولوجي للعقم الذكري بصورة مؤكدة ولكن شذوذ تكوين حبوب اللقاح وعملية تطورها أدتا الى تكوين كاميتات ذكرية غير فعالة. وقد لوحظ في العديد من الانواع:
(١) تمزق النظام الوعائي للمتك (٢) غياب المنشأ في حبة اللقاح و (٣) صعوبات في الانقسامات النووية في حبة اللقاح. وقد تمت البرهنة في الثلاثينات على امكانية

استخدام العقم الذكري السايتوبلازمي في الذرة الصفراء. وحيث ان الذرة محصول يعتمد انتاجيته بصورة أكيدة على انتاج البذور في قيمته الاقتصادية لذا هناك ضرورة لايجاد ميكانيكية للتغلب على العقم في الجيل الأول وانتاج نباتات ذكرية خصبة في هذا الجيل وبدون ذلك فان الهجين العقيم ذكريا لايعطي بذورا سوى القليل الذي قد يجئ نتيجة التلقيح لحبوب لقاح غريبة من الحقول المجاورة.لذلك فان طرق استنباط السلالات النقية الذكرية تختلف عن تلك المستخدمة لاستنباط السلالات الانثوية

الآباء الذكرية : Male Perents

كما ذكرنا فان الأب الذكر لهجين مايجب ان يكون خصباً ذكريا. وفي المحاصيل التي يكون انتاجها التجاري بذورا فان الأب الذكر يجب ان يحتوي على جينات تنتج الخصب الذكري في الهجين الناتج . وعند انتاج هجين خصب ذكريا فيقال للأب الذكر بأنه مستعيد للخصوبة restorer (R – line) وتعرف الجينات النووية السائدة المسوؤلة عن خصوبة الهجين الناتج بالجينات المستعيدة للخصوبة restorer genes هناك ثلاث جينات سائدة في النواة تتغلب على العقم الذكري السايتوبلازمي في سايتوبلازم تكساس Taxas (T) وسايتوبلازم USDA(S) هذه الجينات هي : RF_3, RF_2, RF_1 وهذه جينات تنعزل انعزالاً مستقلاً . للنبات العقيم ذكرياً سايتوبلازم عقيم وأليلات متنحية في الوقت الجيني rf أليلات Rf_1,Rf_2 مكملاً أحدهما للآخر ويجب ان يوجد كلاهما معاً لانتاج الخصب الذكري الكامل في سايتوبلازم تكساس (T) وإن وجود احدهما دون الآخر يقود الى خصوبة جزئية . اما الجين Rf_3 فهو جين سائد ويستعيد الخصوبة في سايتوبلازم (S) .

يجب تقويم السلالة المستعيدة للخصوبة (A – Line) في قدرتها على انتاج هجن خصبة ذكريا (القدرة على الاستعادة فضلا عن قدرتها على التوافق. ويتم اجراء هذا الاختبار بتهجين السلالة (R) الى صنف اختباري عقيم ذكريا.ان خصوبة الهجين الاختباري تحدد القدرة على استعادة الخصوبة . ويمكن اجراء تقويم استعادة الخصوبة والقدرة على التوافق عند أي مستوى من التربية الداخلية (Fehr, 1987).

الآباء الانثوية : Female parents

يقال للآباء الانثوية التي لها سايتوبلازم يسبب عقم حبوب اللقاح ولها اليلات متنحية لعدم استعادة الخصب لها القدرة على العمل في السايتوبلازم بالسلالة (A) هذه

السلالة لاتستطيع اكثار نفسها لذلك يجب استنباط سلالة مماثلة في التركيب الوراثي للسلالة (A) ولها سايتوبلازم اعتيادي وأليلات غير مسترجعة تدعى بسلالة (B) أو O سلالة (O) ، وبصورة ملازمة لاستنباط السلالة (A).

يبدأ المربي بمجتمع ذي نباتات خصبة ذكرياً لها سايتوبلازم اعتيادي واليلات غير مسترجعة للخصوبة. ويجب القيام
(١) بالتربية الداخلية لهذا المجتمع.
(٢) ايجاد القدرة على التوافق للتراكيب الوراثية.
(٣) استنباط السلالات (A) و (B) للاصول النقية المتفوقة.

وفي محصول مثل الذرة يمكن انتاج البذور الهجينة مباشرة عن طريق التلقيح الاصطناعي ويمكن القيام بالتربية الداخلية عن طريق التلقيح الذاتي. وتحديد القدرة على التوافق لسلالة (B) الخصبة ذكرياً بالتهجين اليدوي الى صنف اختباري مسترجع للخصوبة (R–line) وعند ايجاد السلالة (B) المفيدة في الهجين التجاري فان بالامكان ايجاد السلالة (A) عن طريق التهجين الرجعي. هذه الطريقة غير عملية في المحاصيل التي لايمكن انتاج البذور الاختبارية بكمية كافية لتقويم القدرة على التوافق مثل محصول الذرة البيضاء.

وفي المحاصيل التي لايمكن انتاج البذور الاختبارية عن طريق التهجين الاصطناعي فانه يجب ان تحول السلالة (B) جزئياً الى شكلها العقيم ذكرياً (سلالة A) لتسمح باجراء التهجينات الاختبارية سلالة (A)× سلالة (R)، او احداث العقم الذكري اصطناعياً في سلالة (B) باستعمال سبل كيميائية او طبيعية لانتاج بذور الهجن الاختبارية للسلالة (B)× السلالة (R).

وعند ضرورة تحويل سلالات (B) الى سلالات (A) لانتاج البذور الاختبارية الهجينة، فان بالامكان التربية الداخلية والانتخاب لسلالات B لذاتها، وتتزامن عملية تحويلها لسلالة عقيمة سايتوبلازميا والاختيار للقدرة العامة على التوافق. ويمكن توضح ذلك في استنباط السلالات النقية A و B للذرة البيضاء، وفي الطريقة التالية يشمل جميع الهجن الاختبارية والتهجينات الرجعية على استعمال الآباء الانثوية والتي لها عقم ذكري سايتوبلازمي.

جدول ١٧ - ١ : استنباط A و B في الذرة البيضاء.

الموسم الاول : زراعة نباتات الجيل الثاني تحت ظروف انتشار المسبب المرضي وانتخاب النباتات المرغوب فيها . تعد النبات ملقحة ذاتياً بصورة طبيعية رغم امكانية حصول بعض التلقيح الخلطي المحدود.

الموسم الثاني : زراعة نسل الجيل الثالث المنتخب في الموسم الأول بالقرب من الأب ذي العقم الذكري السايتوبلازمي (cms) ينتخب سلالات $F_{2:3}$ المرغوب فيها ثم يتم تهجين النباتات المنتخبة بصورة فردية الى الأب ذي العقم الذكري السايتوبلازمي (cms) . يتم حصاد بذور الجيل الرابع والأول الملقحة ذاتياً لكل نبات في الجيل الثالث.

الموسم الثالث : زراعة كل من نسل الجيل الأول العقيم ذكرياً cms F_1 والجيل الرابع F_4 لكل من نسل نبات الجيل الثالث المنتخب في خطوط متجاورة . ويتم اجراء التالي :

آ- تهجين ثلاثة نباتات من الجيل الرابع لكل سطر منتخب مع الجيل الأول العقيم ذكرياً cms F_1 للحصول على بذور التهجين الرجعي الأول BC_1 F_1 . ويتم حصاد بذور الجيل الخامس الملقحة ذاتياً ،وبذور التهجين الرجعي الأول BC_1 F_1 لكل نبات في الجيل الرابع بصورة منفصلة للاستمرار بعملية التربية الداخلية والانتخاب والتهجين الرجعي في الموسم الرابع .

ب- تهجين اثنين من نباتات الجيل الأول العقيمة ذكرياً cms F_1 الى صنف اختباري مسترجع للخصوبة R-line واستعمال بذور الهجين الاختباري لتقويم السلالة من حيث القدرة العامة على التوافق في الموسم الرابع .

جـ- تغطي خمس من نباتات الجيل الأول بأكياس لتحديد ان كان لديها اي خصوبة ذاتية . فاذا كان للجيل الأول خصوبة ذاتية فأنه يجب اهمال السلالة بسبب عدم امكانية قبولها كسلالة محافظة maintainer line أي ان نسل التهجين بين سلالة (A)× سلالة (B) لاتكون كاملة الخصوبة كما هو مطلوب في الأب الانثى لانتاج البذور الهجين.

الموسم الرابع

(آ) يزرع نسل الجيل الاول الرجعي $cms-BC_1F_1$ والجيل الخامس لكل من نباتات الجيل الرابع المنتخبة في سطور متجاورة. تهجن ثلاثة نباتات من الجيل الخامس في السطر المنتخب مع الجيل الرجعي الأول العقيم $cms-BC_1 F_1$ المجاور لغرض انتاج الجيل الرجعي الثاني $BC_2 F_1$. تحصد بذور الجيل السادس الملقحة ذاتياً وبذور BC_2,F_1 للاستمرار بالتربية الداخلية والانتخاب والتهجين الرجعي في الموسم الخامس.

(ب) تهجن اثنين من النباتات $cms-BC_1 F_1$ الى صنف اختباري مسترجع للخصوبة R–line يختلف عن ذلك المستعمل في الموسم الثالث، تستخدم بذور التهجين الاختباري لتقويم القدرة العامة على التوافق للسلالة في الموسم الخامس.

(ج) تكييس خمس نباتات من التهجين الرجعي الأول $BC_1 F_1$ لتقويم الخصوبة الذاتية.

(د) تقويم الهجن الاختبارية cms F_1X R line للحاصل وغيرها من الصفات المهمة في اختبارات مكررة. تهمل السلالات الضعيفة وتشمل التهجين الرجعي وتحضر بذور التهجين الرجعي والأصيلة في الموسم الرابع.

يستمر العمل بنفس الطريقة في الموسم الرابع حتى الجيل الرجعي الخامس BC_5. وفي كل موسم يستعمل سلالة مسترجعة للخصوبة R–line لتقويم القدرة العامة للخصوبة. تطلق الآباء الانثوية المتفوقة (بذور BC_5 للسلالة A–line وبذور F_9 للسلالة B) للاستعمال التجاري لانتاج البذور الهجينة (Fehr, 1987).

تحسين السلالات النقية عن طريق التهجين الرجعي:

يستعمل التهجين الرجعي على نطاق واسع لتحويل سلالات (B) الى سلالات(A) ولتحسين السلالات الأصيلة ونقل جينات الصفات الكوية. احدى طرق التهجين الرجعي وهي طريقة التحسين الدمجي convergent improvement وهي طريقة تحسين آداء السلالات النقية التي هي آباء الهجين التجاري. الصفات الأساسية للطريقة استخدام كل من السلالتين النقيتين للهجين المفرد كآباء واهبة كل منها للآخر في برنامج التهجين الرجعي والانتخاب. وقد افترض (Richey, 1927) استخدام هذه الطريقة لتحسين الآباء دون التقليل من آداء الهجين.

ولتوضيح الطريقة نفرض لدينا ٤ سلالات نقية استعملت لانتاج الهجين المزدوج وهو $(P_1 \times P_2) \times (P_3 \times P_4)$. بالنسبة لطريقة التحسين الدمجي يكون الآباء P_1 و P_2 واهبة كل منها للآخر والآباء P_3 و P_4 تكون الآباء الواهبة المقابلة . وفي المثال التالي برنامج لتحسين الأب (P_1) ولكن يمكن تطبيقه لتحسين بقية السلالات بنفس الطريقة (Fehr, 1987) .

الموسم الأول : تهجين $P_1 \times P_2$ للحصول على الجيل الأول F_1 .

الموسم الثاني : القيام بالتهجين الرجعي لنباتات الجيل الأول $(P_1 \times P_2)$ الى P_1 للحصول على $BC_1 F_1$.

الموسم الثالث : زراعة نباتات التهجين الرجعي الأول $BC_1 F_1$ وتلقح ذاتياً . تنتخب النباتات المرغوب فيها من هذا الجيل وتحصد فردياً (تعطي هذه بذور $BC_1 F_2$) .

الموسم الرابع : زراعة نسل الجيل الرجعي الأول $(BC_1 F_2)$ في سطور منفصلة ، ثم يتم التهجين الرجعي للنباتات المرغوب فيها ضمن وبين السطور الى الأب P_1 لاعطاء بذور التهجين الرجعي الثاني $BC_2 F_1$ يحافظ على بذور $BC_2 F_1$ من كل نبات $BC_1 F_2$ بشكل منفصل .

الموسم الخامس : تنمية نسل جيل التهجين الرجعي الثاني $BC_2 F_1$ في سطور منفصلة . ثم انتخاب النباتات المرغوب فيها وتهجينها رجعياً الى الأب P_1 للحصول على بذور $BC_3 F_1$. يحافظ على بذور التهجين الرجعي الثالث من كل نبات $BC_2 F_1$ بصورة منفصلة (عدد الأجيال الرجعية يمكن ان يكون أكثر ولكن في هذا المثال سنقتصر على ثلاث تهجينات رجعية) .

الموسم السادس: زراعة بذور BC_3F_1 في سطور منفصلة. يتم التلقيح الذاتي للنباتات المرغوب فيها وتحصد البذور من كل نبات BC_3F_1 منتخب بشكل منفصل (تعطي BC_3F_2).

الموسم السابع : زراعة أنسال BC_3F_2 في سطور منفصلة وتلقح ذاتيا النباتات المرغوب فيها تحصد البذور من كل نبات BC_3F_2 بشكل منفصل لتعطي بذور BC_3F_3.

الموسم الثامن: زراعة أنسال BC_3F_3 المشتقة من نباتات BC_3F_2 ($BC_3F_{2:3}$) في سطور منفصلة. يتم التلقيح الذاتي للنباتات المرغوب فيها والتلقيح الى الأب (P_2) للحصول على $P_i^* \times P_2$. يرمز P_i^* الى السلالة P_1 المحسنة في الوقت نفسه نحصل على بذور P_2 $\times P_1$.

الموسم التاسع: مقارنة $P_i^* \times P_2$ الذي يشمل مختلف السلالات المشتقة من BC_3F_2 من التهجين الأصلي $P_1 \times P_2$. تحل السلالات المشتقة التي يكون أداؤها مساوياً أو أفضل من الهجين الأصلي $P_2 \times P_1$ على P_1 في عملية انتاج البذر الهجين.

في برنامج التحسين الدمجي يركز على انتخاب الأليلات السائدة بسبب كونها تعبر عن نفسها في أجيال التهجين الرجعي. يتطلب التعرف على الجينات المنتخبة اجراء اختبار نسل. كذلك يمكن الانتخاب لتحسين الصفات الحقلية والتجانس لأكثر من جيلين للتلقيح الذاتي.

انتاج بذور المربي:

يمكن الحصول على بذور المربي للسلالات النقية عن طريق انتخاب النباتات الفردية أو تقويم النسل وقد تشمل التلقيح الذاتي أو تزاوج الاشقاء.

المحافظة على أنظمة العقم واستعادة الخصوبة:

تعد المحافظة على هذه الأنظمة جزء مستقلاً من برنامج التربية. في البصل، يحافظ على السلالة (A) العقيمة ذكريا وذلك بتلقيحه مع السلالة (B) الذي يماثله في التركيبة الوراثية ولكنه ذو سايتوبلازم يحمل عامل الخصوبة ولاتوجد جينات مسترجعة للخصوبة. تستعمل السلالة (A) في انتاج الهجين دون ازالة النورة الذكرية. هناك سلالة ثالثة وهي السلالة المسترجعة للخصوبة R – line تحتوي على الجينات المستعيدة للخصوبة اما في السايتوبلازم العقيم أو الخصب فتستعمل هذه السلالة كذكر لتلقيح السلالة (A) لغرض انتاج الهجين.

لاتؤثر أنظمة العقم والجينات المسترجعة للخصوبة في أساسيات برنامج التربية وتضاف الصفة عادة الى السلالات النقية بعد ايجاد قدرتها على التوافق. تنقل كل من جينات العقم الذكري وجينات استعادة الخصوبة من سلالة الى اخرى عن طريق التهجين الرجعي. تنقل صفة العقم السايتوبلازمي عن طريق تهجينات باستعمال مصدر سايتوبلازم العقم كأم. ويمكن نقل الجينات المسترجعة للخصوبة عن طريق التهجين

الرجعي بالطريقة الاعتيادية ولكن يجب اجراء التهجين الاختباري الى سلالة عقيمة ذكرية للتأكد من وجود الجينات المسترجعة للخصوبة.

بعد تحويل مكونات بذور الهجين الى نباتات عقيمة ذكرية ونباتات مسترجعة للخصوبة يمكن استعمالها بعدة طرق:

١- في الهجين المفرد: تلقح السلالة النقية جدا والعقيمة ذكريا مع سلالة نقية تحتوي على الجينات المسترجعة للخصوبة. وبذلك يكون الهجين الناتج خصباً ذكريا بصورة كاملة بسبب وجود الأليل السائد في كل موقع جيني. يلاحظ في الجيل الثاني (F_2) ان هناك مدى من العقم الكامل الى الخصوبة نتيجة لانعزال الجينات المسترجعة للخصوبة.

٢- في الهجين المزدوج: يمكن ادخال نظام العقم بعدة طرق: هناك حاجة معينة لازالة النورات الذكرية detasseling حيث من الصعوبة ان يكون كل الهجن المفردة حاملة لجينات العقم الذكري في نفس الوقت الذي يكون الهجين المزدوج حامل لجينات استعادة الخصوبة بشكل خليط في جميع المواقع الجينية. الاسلوب الشائع هو انتاج هجن عقيمة ذكريا ثم خلطها مع كمية صغيرة مع ذكر منتج لحبوب اللقاح ومشابه للتركيب الوراثي وهذا مناسب لظروف حقل المزارع وبغض النظر عن تغاير العمليات فان العقم الذكري خفض من تكاليف انتاج البذور وذلك بالتغلب على احتياجات العمل الكبيرة لعملية ازالة النورات الذكرية. وبسبب صفة احادية المسكن monoecious للتزهير في الذرة فانه يمكن اجراء عملية الخصي يدويا ولكن لاتزال تنتج كمية كبيرة من الحاصل على أساس اقتصادي.

٣- في المحاصيل الذاتية التلقيح يكون استعمال العقم الذكري اجباريا اذا أريد الحصول على قوة الهجين وذلك لاستحالة الحصول على الجيل الأول F_1 أقتصاديا. والذرة البيضاء مثال جيد. وقد أدى اكتشاف العقم الذكري ونظام استرجاع الخصوبة في الذرة البيضاء الى تطوير صناعة هجن الذرة البيضاء والتي تحتل اليوم أكثر من ٩٠٪ من المساحة المزروعة في الولايات المتحدة في الوقت الحاضر.

وفي الحنطة تحظى باهتمام واسع حيث تستخدم العقم الذكري وجينات استعادة الخصوبة في تطوير هجن الحنطة. في نظام انتاج الحنطة الهجين حيث تزرع السلالة النقية العقيمة بشكل أشرطة بين الخطوط الملقحة. تحصد بذور الهجين F_1 من على السلالة العقيمة ذكريا بصورة منفصلة عن الملقح. ويمكن استعمال هذا النظام في برنامج المحافظة

على السلالات B,A المتداخلة. وقد وجد العقم الذكري السايتوبلازمي في عدد من الأنواع الاخرى ويشمل على الباقلاء والقطن والكتان والتبغ والبيوتونيا والفلفل الأحمر والطماطة والجزر والرز وغيرها من الحشائش.

مشاكل العقم السايتوبلازمي واستعادة الخصوبة:

مكيانيكية العقم الذكري السايتوبلازمي حساسة للظروف البيئية. فقد تعكس حالة العقم واستعادة الخصوبة في حالات معينة وكمثال قد تكون السلالة العقيمة ذكريا عقيمة بشكل تام في احدى الحالات ولكن لها خصب جزئي ذاتي في بيئة ثانية.

وبالمثل يكون استرجاع الخصوبة تاما في بيئة معينة وجزئيا في بيئة ثانية. يظهر أن الظروف البيئية من حرارة وفترة ضوئية، رطوبة القدرة على التداخل مع ميكانيكية العقم واسترجاع الخصوبة التي تؤدي مستويات متغايرة للنفاذية والتعبيرية للصفة ويؤدي فشل النظام الى نتائج خطيرة. فعلى سبيل المثال زراعة مكونات الجيل الأول في بيئة تشجع على حصول فشل صغير من العقم فانه ينتج نسبة واطئة من البذور عن طريق التلقيح الذاتي وليس عن طريق التلقيح الخلطي مع مسترجع للخصوبة.

الأصناف التركيبية

Synthetic Varieties

يتكون الصنف التركيبي من مجموعة من السلالات النقية او مجموعة من السلالات الخضرية او مجموعة من التراكيب الوراثية التي سبق انتخابها على أساس قدرتها على التوافق. ومن خواص الصنف التركيبي الآتي:

١- سبق اختيار مكوناته على أساس القدرة على التوافق.
٢- الاحتفاظ بالمكونات لاحتمال اعادة تكوين الصنف التركيبي في المستقبل.
٣- السماح بالتزاوج العشوائي بين مجموعة التراكيب الوراثية الداخلة في تكوين الصنف التركيب.
٤- امكانية استخدامه لعدة سنوات من قبل المزارع.

وقد استخدمت الطريقة في الذرة الصفراء في العراق مثل الأصناف التركيبية نيليوم، ٥٠١ و ١٠٥. كما تستخدم في محاصيل العلف الأخضر كالجت، والبنجر السكري والذرة الشامية. يتميز الصنف التركيبي عن الأصناف المستنبطة عن طريق الانتخاب الاجمالي في كونه يتكون من تراكيب وراثية سبق وان تم اختبار قدرتها على التوافق بينما في الانتخاب الأجمالي يكون الانتخاب على أساس الشكل الظاهري دون اجراء أي اختبار سواء عن طريق اختبار النسل أو اختبار القدرة على التوافق . ان الهدف من اختبار القدرة على التوافق في الصنف التركيبي هو التأكد من أن التراكيب الوراثية التي سيتكون منها الصنف تكون لها قدرة عالية على اعطاء انتاج عالٍ عندما تهجن مع بعضها البعض بالتلقيح المفتوح اثناء زراعتها.

تكوين الصنف التركيبي :

تقدر القدرة على التوافق في الصنف التركيبي باجراء التهجين القمي Top cross لصنف اختبار له مجال واسع من التباين الوراثي (كأن يكون صنف مفتوح التلقيح أو صنف تركيبي. فعلى سبيل المثال تهجين ١٠٠ – ١٥٠ سلالة نقية من صنف مفتوح التلقيح، ينتخب منها ١٠ ٪ من السلالات على أساس قدرتها على التوافق أي : ١٠ – ١٥ سلالة (هذه تكون الجيل الأساس S_0).

يتكون الصنف التركيبي من خلط كميات متساوية من التقاوى الناتجة من كل تهجين من التهجينات الفردية الممكن اجراؤها بين السلالات المنتخبة على أساس قدرتها العامة على التوافق. فعلى سبيل المثال لو كانت لدينا اربع سلالات A ، B ، C ، D فان هناك ستة هجن فردية بين هذه السلالات وهي AXB ، AXC، AXD ، BXC ، BX D ، CXD . تخلط كميات متساوية من بذور هذه الهجن لتكون نواة الصنف التركيبي الأول (S_1) الجيل الثاني من الصنف التركيبي S_2 ، الثالث S_3 والرابع S_4. يستعمل الصنف التركيبي من الناحية التجارية لعدة أجيال عادة في الأجيال S_2 ، S_3 ، و S_4 لذلك فان الحاصل وسلوك الصنف من جيل لآخر من الامور المهمة التي يجب الأخذ بها بنظر الاعتبار. فليس كافيا ان يكون الصنف التركيبي متفوقا في الجيل الأول S_1 ويتدهور في الأجيال التالية.

ومن مميزات الصنف التركيبي مقارنة بالهجن الفردية والزوجية :

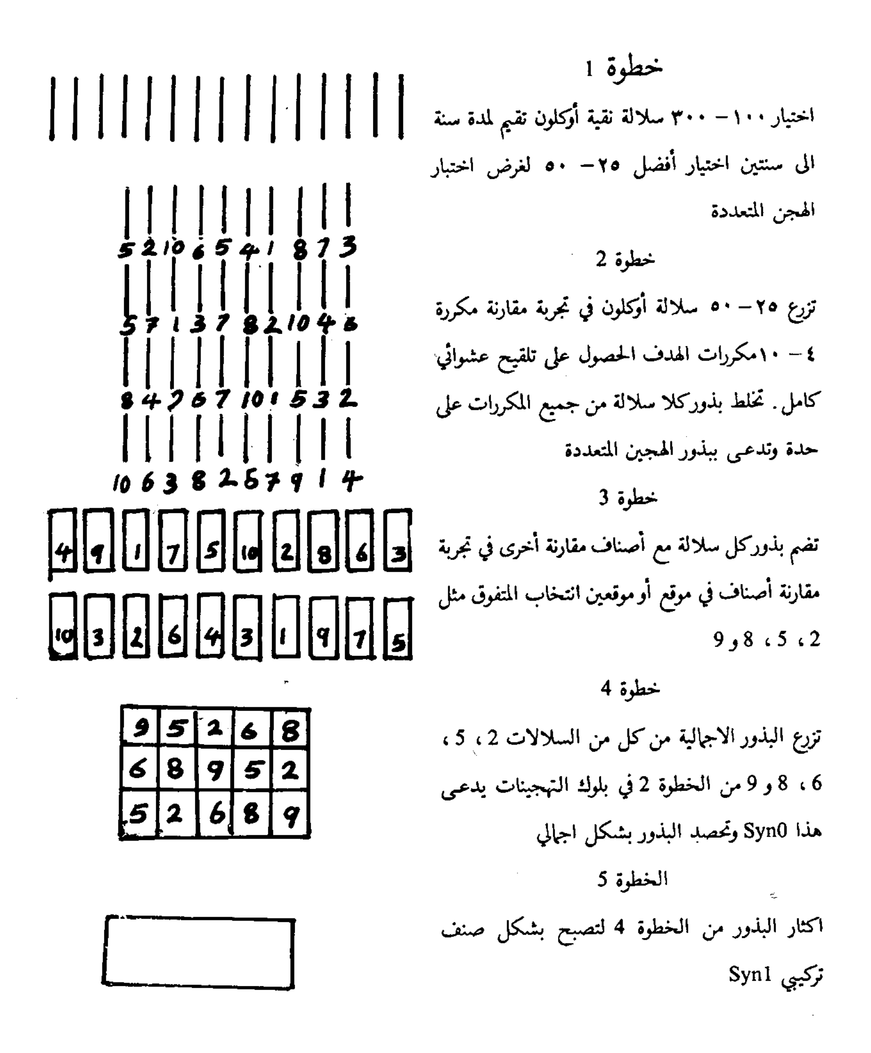
١ – كلفُ انتاج بذور الصنف التركيبي أقل بكثير من الهجن الفردية والزوجية ويعود ذلك

الى امكانية استخدامه لعدة أجيال ويقترح من ذلك امكانية الاستعاضة عن صنف الهجين عندما تكون الكلفة عالية جدا للصنف الهجين (٢) يمكن الاستعاضة عن الصنف الهجين بالصنف التركيبي في الاراضي الحدية حيث ان الصنف التركيبي اساس وراثي واسع يتيح له أقلمة أفضل من الصنف الهجين المحدود (٣) بامكان المربي اعادة تكوين الصنف التركيبي في أي وقت ولذلك يجب المحافظة على مكوناته بشكل سلالات خضرية Clone أو سلالات ذاتية التلقيح أو ناتجة عن تزاوج الاشقاء (٤) يستخدم في المحاصيل التي يصعب فيها الحصول على أصناف هجين لعدم امكانية التحكم في التلقيح أو (٥) في حالة المحاصيل التي لايناسب التركيب الزهري عملية انتاج الهجين مثل محاصيل العلف الاخضر.

يمكن المحافظة على الصنف التركيبي أطول فترة ممكنة باجراء الانتخاب الاجمالي للحيلولة دون تدهوره. اما اذا وصل الى درجة كبيرة من التدهور فيعاد تركيبه من السلالات الأصلية التي تحتفظ بها المحطة بشكل حي (تزرع باستمرار كل سنة كما هي). من ناحية الحاصل لاتتفوق الأصناف التركيبية في المحصول على الأصناف الهجينة سواء كانت فردية أو زوجية الا انها تعطي حاصلا أفضل من المحاصيل المفتوحة التلقيح والتي أعطت السلالات النقية التي تكون الصنف التركيبي الشكل ١٧ - ١ يوضح خطوات انتاج الصنف التركيبي.

تخمين حاصل الاصناف التركيبية :

من خلال المعلومات عن وراثة المجتمعات، يشير قانون هاردي - واينبرغ - Hardy - Wemnberg Law يصل المجتمع الى حالة اتزان لأي موقع جيني بعد جيل واحد تحت ظروف التزاوج العشوائي دون انتخاب أو هجرة أو طفرة. وفي الأصناف الهجينة المشتق من التهجين بين السلالات النقية يكون : (١) يقل حاصل وقوة مجتمع الجيل الثاني مقارنة بالجيل الأول (٢) يكون حاصل وقوة المجتمع في الجيل الثالث والأجيال التالية مشابهة للجيل الثاني (٣) التهجينات بين الأجيال الأولى (هجن فردية) المناسبة تعطي هجناً زوجية (اي مجتمع S_2) سيكون مساويا تقريبا في أداءه للجيل الأول (٤) في الأجيال التالية للهجن المزدوجة سينتقص حاصلها ولكن ليس بدرجة نقصان حاصل الجيل الأول ومن الناحية الوراثية فان الاصناف التركيبية الناتجة من السلالات النقية هي امتداد للهجن الزوجية (Briggs and Konwles, 1967)



شكل ١٧ – ١ . خطوات استنباط الصنف التركيبي باستعمال إختيار الهجن المتعددة . في حالة المحاصيل المعمرة فإن كل خطوة تأخذ اكثر من سنة . عادة يتم تقيم الصنف التركيبي بشكل Syn2 و Syn3 مع اصناف تجارية أخرى (عن Briggs and Knowles ، (1967) 259 pp .

طريقة رايت Wright

استنبط (1922) Wright معادلة لتخمين الاداء المتوقع في الجيل الثاني للصنف التركيبي المكون من عدد من السلالات الأصيلة لمعادلة كما يلي :

$$F_2 = F_1 - \frac{(F_1 - P)}{n} \qquad ...(17-1)$$

حيث :

F_2= معدل حاصل الجيل الثاني المتوقع

F_1= معدل حاصل الأجيال الأولى للهجن من جميع التوافقات

P= معدل حاصل السلالات النقية الداخلة في الصنف

n= عدد السلالات الداخلة في تكوين الصنف

تشير هذه المعادلة الى امكانية تحسين حاصل الجيل الثاني للصنف التركيبي عن طريق تحسين القدرة على التوافق في الجيل الأول وزيادة عدد الآباء (n) ، كذلك تحسين آداء الآباء. على العموم من الصعوبة المحافظة على قيم جيدة للآباء والجيل الاول عند زيادة عدد الآباء.

طريقة بوسبايس : Busbice method

استنبط Busbice و Gurgis (1976) معادلات تخمين حاصل الصنف التركيبي التي يمكن استعمالها في الانواع رباعية المجموعة الكروموسومية autopolyploid تتطلب الحسابات بيانات عن آداء نسل التلقيح الذاتي فضلاً عن آداء الكلونات او نسل الهجن المتعددة والفردية. وقد وجد ان تخمين حاصل الصنف التركيبي تعطي نتائج ذات تلائم اكثر مع النتائج الملاحظة Fehr, 1987. وقد حور Busbice 1970 معادلة Wright بادخال معامل التربية الداخلية فاصبحت المعادلة :

$$Y_t = Y_o + \left(\frac{F_o - F_t}{F_o - F_1} \right) (Y_1 - Y_0)$$

حيث :

Yt= حاصل الصنف التركيبي في جيل معين

Yo= حاصل السلالات الداخلة في تركيب الصنف

Fo= معامل التلقيح الذاتي للآباء (في حالة كون الآباء سلالات نقية فتكون قيمة المعامل ١٠٠٪).

F_1= معامل التلقيح الذاتي للهجن الفردية (يعد صفراً٪)

F_t= معامل التلقيح الذاتي في الجيل (t)
Y_1= حاصل الهجن الفردية (Syn 1) المكونة للصنف التركيبي.
لمزيد من التفاصيل انظر (الساهوكي وجماعته ، ١٩٨٣).

يتأثر آداء الصنف التركيبي بمستوى التربية الداخلية وهذا العامل تتأثر بذوره بعدد الآباء المستعملة في تكوين الصنف التركيبي ، درجة التربية الداخلية والعلاقة بين الآباء ، مستوى التضاعف في النوع وتكرار التلقيح الذاتي خلال اجيال التزاوج العشوائي عدد الآباء في الصنف التركيبي من (٢) الى اكثر من (١٠٠) اب. تتناقص درجة التربية الداخلية في الصنف التركيبي بزيادة عدد الآباء المتباعدة والداخلة في الصنف وقد أشار Busbice وجماعته 1972 الى ان استعمال اكثر من (١٦) أباً له فائدة قليلة. وذلك لان زيادة العدد يجعل من قياس القدرة على التوافق والتعرف على الآباء ذات الآداء الجيد صعباً. وفي حالة استخدام آباء قريبة من بعضها البعض اوأن علاقاتها غير معروفة فينصح باستخدام أكثر من ١٦ أباً.

انتاج البذور التجارية للصنف التركيبي :

تستعمل ثلاث فئات من بذور الصنف التركيبي وهي بذور المربي ، بذور الاساس والبذور المعتمدة.

١. بذور المربي : Breeder seeds

تمثل بذور المربي مصدر جميع الفئات الاخرى من البذور وتمثل هذه البذور الجيل التركيبي الاول S_1 او الثاني S_2. ويمكن المحافظة على كميات مناسبة من بذور المربي عن طريق اعادة التركيب المنتظم او المحافظة على كميات مناسبة من بذور المربي الاولية في المخزن طيلة حياة الصنف والطريقة الاخيرة تلائم الانواع المعمرة بسبب امكانية انتاج بذور الاساس لعدة سنوات من النباتات الناشئة عن بذور المربي. ومن الممكن المحافظة على بذور المربي في المخزن لغرض الزراعة الدورية للحصول على بذور الاساس.

في المحاصيل المعمرة يمكن حصاد بذور المربي بحصاد الصنف من الحقل لاكثر من سنة. في الجت من المعتاد حصاد بذور المربي لسنتين من الحقل. عادة يحدد عدد سنوات الانتاج بسبب ان النباتات التي تكونت نتيجة انفراط البذور قبل اوخلال الحصاد يمكن ان تسبب تلوث البذور الاصيلة.

٢. بذور الاساس : Foundation Seed

وهي البذور الناتجة من التلقيح المفتوح للنباتات الناتجة من بذور المربي. وفي بعض الاحيان يمكن حذف مرحلة بذور الاساس وتباع البذور بشكل بذور معتمدة. عدد السنوات ايضاً محدود. في الجت ثلاث الى خمس سنوات. وبعض الاحيان يمكن وضع البذور في المخزن طيلة فترة حياة الصنف واستخدامها للحصول على البذور المعتمدة.

البذور المعتمدة : Certified seed

وهي البذور المحصودة من النباتات الناشئة من بذور الاساس. وهي الفئة الاكثر استعمالاً في الزراعة التجارية احياناً تباع البذور المحصودة من نباتات بذورالمربي كبذور معتمدة بدلاً من بذور الاساس. وفي بعض الحالات تستخدم البذور المعتمدة لانتاج دورة اخرى من البذور المعتمدة. ان عدد السنوات التي يمكن حصاد البذور المعتمدة من نباتات الصنف يكون محدوداً. في الجث يكون خمس سنوات لانتاج البذورمن نباتات بذور الاساس.

الساهوكي ، مدحت ، حميد جلوب علي ومحمد غفار. ١٩٨٣. تربية وتحسين النبات. كلية الزراعة / جامعة بغداد. وزارة التعليم العالي والبحث العلمي/ الجمهورية العراقية.

Briggs, F.N. and P.F. Knowles. 1967. Introduction to plant Breeding. Reinhold Publishing corporation pp. 251-259.

Barratt, D.H. P., and R.B. Flavell. 1977. Mitochondrial complementation and grain yield in hybrid wheat. Ann Bot. 41: 1333-1343.

Busbice, T.H. 1969. Inbreeding in Synthetic varieties. Crop sci. 9: 601-604.

Busbice, T.H. 1970. Predicting yield of synthetic varieties. Crop sci. 10: 365-269

Busbice, T.H., R.R. Hill, Jr. and H.L. Carnahan. 1972. Genetics and breeding procedures. In C.H. Hanson (ed). Alfalfa Science and technology. American Soc. of Agronomy, Madison, Wis. U.S.A.

Busbice, T.H. and R.Y. Gurgis. 1976. Evaluation parents and predicting performance of synthetic alfalfa varieties. ARS-S-130. U.S.Department of Agriculture June, 1976.

Fehr, W.R. 1987. principles of Cultivar Development Vol. 1. Theory and Techniques. MacMillan Pub. Co. NewYork U.S.A. pp 429.

Jenkins, M.T. 1934. Methods of estimating the performance of double crosses in Corn. J. Am. Soc. Agron. 26: 199-204.

Jugenheimer, R.W. 1976. Corn: improvement, seed production and uses. John wiley and sons. New York, U.S.A.

McDaniel, R.G., and I.V. Sarkissian. 1966. Heterosis: Complementation by mitochondria. Science 152: 1640-1642.

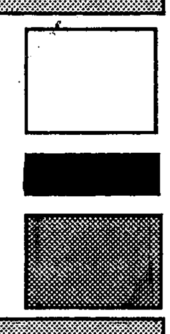
Richey, F.D. 1927. The convergent improvement of Selfed lines of corn. Am. Nat. 61:430-449.

Sprague, G.F., and S.A. Eberhart. 1977. Corn breeding pp. 305-362 In G.F. Sprague (ed.) Corn and Corn improvement. Am. Soc. Agron. Madison, Wisc. U.S.A.

Stadler, L.J. 1945. Gametic selection in Cron breeding Maize Genet. Coop. Newsletter 19: 33-40.

Wright, Harold. 1980. Commercial hybrid seed production. pp 161-176. In W.R. Fehr and H.H. Hadley (eds). Hybridization of Crop plants Americal Society of Agronomy, Madison, Wisc. U.S.A.

الفصل الثامن عشر
تربية المحاصيل التي تتكاثر خضرياً



الفصل الثامن عشر
تربية المحاصيل الخضرية التكاثر

مقدمة :

يستعمل الاكثار الخضري في الانواع التي تنتج كمية صغيرة جداً من البذور او تنتج البذور تحت ظروف خاصة ، بعض المحاصيل تكثر بصورة لاجنسية او خضرية مثل القصب السكري ، وبعض انواع الحشائش مثل حشيشة برمودا bermuda grass وحشيشة باهيا Bahiagrass. عادة تكون هذه المحاصيل على درجة عالية من الخلط الوراثي وذلك لعدم تعرضها للتلقيح الذاتي والتربية الداخلية. تتضمن طرق تربية هذه المحاصيل : (أ) الادخال (ب) الانتخاب الكلوني و (ج) التهجين.

(أ) الادخال : Introduction

تستخدم طريقة الادخال في تربية المحاصيل التي تتكاثر خضرياً بنفس طريقة الادخال في المحاصيل التي تتكاثر بصورة جنسية. ويمكن زراعة الكلونات بشكل مباشر كصنف جديد او استخدامه في برامج التهجينات. من الضروري زراعة الكلونات المدخلة تحت الحجر الزراعي لمنع دخول الحشرات او الآفات المرضية ، كما في الاجراءات المتخذة في العراق لمنع دخول الحمضيات من حوض البحر الابيض المتوسط خوفاً من انتشار الذبابة البيضاء في مزارع البرتقال في العراق. يمكن اختزال مثل هذه الاخطار بادخال البذور بدلاً من الكلونات ان كانت متوفرة. ومن المحاصيل التي ادخلت الى العراق القصب السكري والذي انشأت مزارع متخصصة في محافظة ميسان لزراعة القصب السكري التي عملت على ادخال اصناف من الهند.

(ب) الانتخاب الكلوني : Clonal Selection

في المحاصيل التي تتكاثر بصورة لاجنسية يمكن اكثار التراكيب الوراثية المختلفة بشكل كلونات. ويمكن ممارسة الانتخاب الكلوني في المجتمع المتباين وراثياً في الانواع التي تتكاثر بشكل لاجنسي. ويمكن عزل الكلونات المتفوقة من هذه المجتمعات. عادة يستند الانتخاب على الشكل الظاهري ثم تتم المحافظة عليه بالاكثار الخضري. يعتمد مدى التقدم من هذا الانتخاب على عزل افضل التراكيب الوراثية الموجودة في المجتمع. هناك فرصة ضئيلة للتحسين الوراثي في الصنف الذي يتكاثر بصورة خضرية تماماً، وذلك لان الاكثار الخضري يبقى على التركيب الوراثي دون تغيير مالم تحصل طفرات برعمية bud sports اوالشايميرا Chimeras، الموزائيك الوراثي genetic mosaics. عادة تحصل الطفرات المفيدة من هذا النوع بتكرار واطئ جداً. يمكن زيادة تكرار مثل هذه الطفرات باستعمال المواد المطفرة.

(ج) التهجين : Hybridization

يمكن حصول الاتحادات الجديدة فقط من خلال الاكثار الجنسي. رغم ان بعض انواع المحاصيل تتكاثر خضرياً ولكن من الضروري وجود شكل من اشكال التكاثر الجنسي لاستحداث التباين الوراثي من خلال الاتحادات الجديدة للجينات. ان التهجين بين الكلونات ذات الصفات المتفوقة يساعد في استحداث مثل هذه المجتمعات المتباينة وراثياً. يستخدم النسل الهجين مصدراً لانتخاب كلونات جديدة. وحيث ان الكلونات الابوية تكون خليطة عادة فان ذلك يؤدي الى حصول انعزالات في الجيل الاول للهجين ولذلك يمكن ان يكون كل نبات في الجيل الاول مصدراً الى كلون جديد. واذا لم يجد المربي اتحادات جديدة معينة فان بالامكان اعادة التهجينات او اجراء تهجينات جديدة. من النادر اجراء التلقيح الذاتي للجيل الاول للحصول على الجيل الثاني للهجن وذلك لان التلقيح الذاتي سيقود الى انخفاض قوة النمو وهذه صفة غير مرغوب فيها Poehlman, 1983.

يتم اكثار النباتات المتفوقة خضرياً للحصول على كلون جديد. ويمكن اختبار حاصل الكلون او صفاته الاخرى في اختبارات مكررة. ويمكن المحافظة على الاصالة الوراثية بالاكثار الخضري للنباتات ويمكن زراعة عدد كبير من الاصناف والسلالات معاً في المشتل.

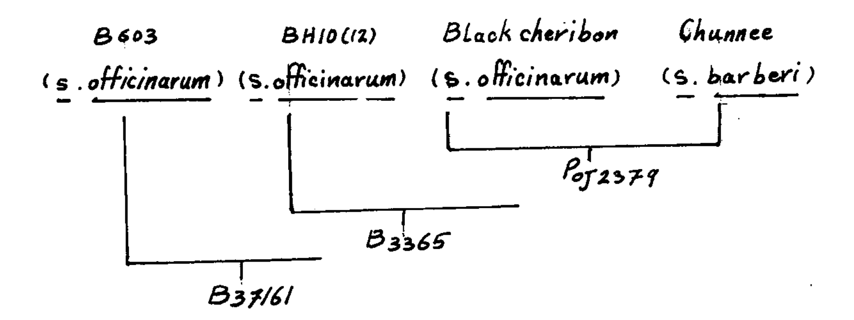
خطوات الطريقة :

(١) انتخاب الآباء المرغوبة فيها الصفات التي تتكامل في صفاتها الانتاجية والمقاومة للامراض. القيام باجراء التهجين بين الابوين والحصول على بذور الجيل الاول.
(٢) زراعة بذور الجيل الاول في البيت الزجاجي للحصول على بادرات الجيل الاول التي يتم نقلها الى سنادين بمعدل نبات واحل لكل سندان. وقد تنقل الى الحقل لزراعتها على مسافات معينة لاختبار المقاومة للامراض والصفات الانتاجية.
(٣) استنباط كلون من كل نبات منتخب والذي يشمل على عدة نباتات تزرع في لوح صغير. يتم الانتخاب بين الكلونات للصفات المرغوب فيها.
(٤) زراعة الكلونات المنتخبة من الخطوة السابقة في الواح اكبر وانتخاب الكلونات المتميزة.
(٥) ادخال الكلونات المنتخبة من الخطوة السابقة في تجربة مقارنة الحاصل المكررة لعدة مرات. تنتخب الكلونات ذات الحاصل العالي.
(٦) تكرار تجارب المقارنة من ٣ – ٥ سنوات وفي عدة مواقع لتحديد الكلون المتفوق الذي يطلق عليه اسم ويوزع كصنف جديد بعد اكثاره على مستوى تجاري.
(٧) اكثار الصنف الجديد للمستوى التجاري لتوزيعه على المزارعين كصنف جديد.

(٤) التهجين الرجعي :

يمكن استعمال طريقة التهجين الرجعي المحورة لاستنباط مجتمع يحوي صفة مرغوب فيها فضلاً عن الصفات الاخرى للصنف المستعمل (شكل ١٨ – ١). لايمكن استعادة التركيب الوراثي للصنف الخليط باتباع طريقة التهجين الرجعي الاعتيادية بسبب كون النسل الاصيل المواقع ينتج من التزاوج بين النسل الرجعي الخليط والاب الرجعي الخليط. ويمكن ان ينتج عن الاصالة انخفاض غير مرغوب فيه في قوة الهجين.

يمكن تحوير طريقة التهجين الرجعي الاعتيادية باستعمال مختلف الاصناف المرغوب فيها لكل تهجين رجعي (شكل ١٨ – ١). والنتيجة النهائية تكون مجتمعاً خليطاً يحتوي على افراد ذات صفات مرغوب فيها من الآباء الرجعية للآباء الواهبة.
ويتم التعرف على الافراد المتفوقة من المجتمع واكثارها خضرياً.



شكل ١٨ – ١. تطوير أصناف القصب السكري من خلال التهجين بين الأنواع (عن (Stevenson, 1950))

(٥) الانتخاب التكراري :

يمكن استخدام طرق الانتخاب التكراري المستخدمة في الانواع التي تتكاثر جنسياً في تحسين المجتمع الذي يتكاثر خضرياً. الطريقة الاعتيادية المستعملة هي الانتخاب التكراري المظهري. بعد تحسين المجتمع المحسن يمكن انتخاب الافراد ذات الصفات المحسنة واستخدامها بشكل مباشر كأصناف محسنة.

(٦) التهجين بين الانواع :

تشمل الهجن الناتجة من التزاوج بين الكلونات الخليطة للانواع المختلفة ، مجتمعات انعزالية يمكن انتخاب الافراد المتفوقة منها. يمكن استخدام التهجين الرجعي المحور لنقل صفات مرغوب فيها الى المجتمع الانعزالي من النوع الذي لايمكن استخدامه بشكل فعال في التزاوج بين ابوين.

استخدم التهجين بين الانواع على نطاق واسع في تربية القصب السكري. وتم الحصول على الاصناف الحديثة من التهجين بين انواع القصب السكري *Saccharum officinarum* و *S. spontaneun* و *S. barberi* وقد جمعت هذه التزاوجات بين المحتوى العالي للسكر للنوع *S. officinarum* مع المقاومة للامراض ، المقاومة للبرودة وقوة النمو للنوعين *S. spontaneum* و *S. barberi* (Fehr, 1987).

(٧) التلقيح الذاتي للصنف :

الصنف الذي يكثر خضرياً يكون متجانساً بسبب تماثل التركيب الوراثي للنباتات بغياب الطفرة. ويكون هذا المجتمع على درجة عالية من الخلط الوراثي heterozygosity ويمكن ان يؤدي التلقيح الذاتي الى مجتمع انعزالي يمكن استخدامه لغرض الانتخاب. وبصورة عامة لايستخدم التلقيح الذاتي لتكوين المجتمع بسبب انخفاض قوة النمو نتيجة التربية الداخلية التي ترافق الاصالة التي تحدد من انعزالات الصنف.

(٨) التزاوجات بين الآباء الأصلية جزئيا :

تم استنباط أصناف من التزاوجات بين أفراد بدرجات متفاوتة للتربية الداخلية . ويتبع المفهوم نفسه في استنباط الأصناف التي تكثر بالبذور. ويتم تأصيل أفراد من المجتمع الانعزالي وممارسة الانتخاب بين السلالات الاصيلة ثم اجراء التهجينات بين السلالات الاصيلة وتقويم هجن الجيل الأول . ويمكن اكثار الهجن المتفوقة عن طريق الكلونات واستخدامها اصنافاً مباشرة .

تقويم النباتات الفردية :

يمكن اجراء تقويم النباتات الفردية على أساس النبات الفردي للوح الكلوني .. غير المكرر أو الاختبار المكرر وبسبب اكثار الكلون المتفوق خضريا لايحتاج المربي الى تقويم التركيب الوراثي للفرد من خلال طرق تقويم النسل .

ويشمل تقويم الكلونات تقويم مستوى التكاثر اللاجنسي في أصناف التكاثر العذري من نوع apomictic cultivar . في هذه الحالة من الضروري التكاثر الجنسي للحصول على الاتحادات الجديدة للمجتمع ولكن تؤخذ بنظر الاعتبار الانعزالات التي تتكاثر عن طريق الاكثار العذري apomixis كاصناف كامنة . ويمكن اجراء الاختبارات السايتولوجية لتحديد منوال التكاثر للفرد (Bashaw, 1980). تقود اختبارات النسل للأفراد من التكاثر العذري الى مجموعة من النباتات المتجانسة ، بينما التي تنتج من التكاثر الجنسي تقود الى نسل انعزالي.

يمكن تقويم القابلية الوراثية للكلونات كنباتات فردية أو في لوح كلوني . الانتخاب الفردي للنباتات مفيد في حالة الصفات ذات قوة التوريث العالية التي لاتتأثر بالظروف البيئية . ان استعمال الواح الكلونات غير المكررة والمكررة ضروري للصفات الكمية ذات قوة التوريث المتوسطة الى الضعيفة .

وكمثال على نموذج انتخابي لنوع يكثر خضريا أورده Martin (1978) وهو محصول البطاطا. يتم الحصول على البذور من التهجين الاصطناعي أو الطبيعي وتزرع في حقل موبوء بالمسبب المرضي للجرب *Streptomyces scabies* تحصد الدرنات على النباتات بشكل اجمالي دون الأشارة الى النبات الأصلي الذي نشأت منه. ثم تجرى عملية تقويم متدرجة للتعرف على الدرنات المتفوقة وكما يأتي :

١. غسل الدرنات وامرارها في حمام ملحي ويتم اهمال الدرنات ذات الوزن النوعي المنخفض أو ذات تشققات للنمو أو تشوهات أو فيها بقع الجرب.
٢. تخزن الدرنات المرغوب فيها على مشبكات بدرجة حرارة ١٠ — ١٥ م ورطوبة نسبية منخفضة ويتم التخلص من الدرنات ذات قابلية الخزن المنخفضة وهذا هو اختبار الخزن.
٣. تقطع الدرنات التي اجتازت اختبار الخزن وتهمل الدرنات التي بها تلف داخلي.

هذا وقد اعتمد شدة الانتخاب المستعملة لتقويم التجربة على عدد الدرنات المنتجة على النباتات النامية من البذرة وعلى العدد الذي يمكن العمل معه في كل مرحلة من مراحل الغربلة. وكان الهدف انتخاب ٥٠٠٠ الى ٨٠٠٠ درنة لزراعة الموسم التالي في الحقل. وقد أشار Martin الى استعمال اختبار الكلون لتقويم الدرنات المنتخبة (كلون) كصنف.

ان حجم الألواح والمسافات والطرق الزراعية تكون خاصة لكل محصول عند استعمال التقويم الكلوني. وقد أشار Burtim (1947) (عن Fehr, 1987) الى عدة طرق تقويم كلونات حشيشة برمودا bermuda grass لاستنباط الصنف Coastal. فقد انتخب ١٢٨ نباتاً من أصل ٥٠٠٠ نبات مزروعة في الحقل واستعمل اختبارات الكلون لتقويم المنتخبات وكما يلي :

الخطوة الأولى : زراعة الكلونات من ١٢٨ بادرة في ثلاث مكررات في سنادين في البيت الزجاجي والتقويم لعدة صفات.

الخطوة الثانية : زراعة نباتات كل سندان في وسط لوح بمساحة ١,٢ × ٧,٣م في الحقل. وهناك ثلاثة سنادين لكل كلون من البيت الزجاجي كذلك هناك ثلاث مكررات

لكل كلون في الحقل. تنتشر النباتات الموجودة في المركز عن طريق المدادات حتى تغطية كامل مساحة الوح. وتم تقويم الصفات المهمة للنوع على أساس اللوح ولمدة ٨ سنوات.

الخطوة الثالثة: وبعد سنتين من تقويم الألواح من الخطوة الثانية. يزرع اثنان من التجارب الجديدة. تستعمل الأجزاء الخضرية لزراعة الألواح.

أ- زراعة خمسة من أفضل الكلونات في مكررين في ألواح بمساحة ٤٠٥م[٢]. تقيم الألواح للحاصل والتكوين الكيمياوي بوجود الأسمدة وعدمها.

ب- زراعة تسع كلونات في مكررين بمساحة ٩,١ × ١٨,٢م لاغراض الرعي. وتحدد درجة استساغة كل كلون بملاحظةِ أفضلية الرعي من قبل الابقار.

الخطوة الرابعة: وبعد سنتين من تكوين الألواح في الخطوة الثالثة، تزرع تسع كلونات في ألواح بمساحة ١,٨ × ٥,٥م بأربعة مكررات وتقويم الألواح في الأستجابة للرعي المتكرر عن طريق القطع بآلة الحش mower.

الاكثار التجاري:

احدى الاهتمامات الرئيسة في الأكثار الخضري للصنف هو منع التلوث بالكائنات المرضية وازالة الشوارد الممكن نشوؤها عن طريق الطفرة. الاصابة بالفايروسات أحد الاهتمامات الخاصة في العديد من الأنواع خصوصا البطاطا وقسم انشاء مشاتل خاصة لانتاج نباتات خالية من الفايرس.

بالنسبة للانتاج التجاري للأنواع ذات التكاثر العذري الأجباري obligate apomicts يكون الاهتمام الرئيس منع الخلط الميكانيكي للبذور مع بذور أصناف اخرى خلال الحصاد. ان غياب التكاثر الجنسي يزيل الحاجة الى عزل الحقل لمنع التلقيح الخلطي.

أما في الأصناف ذات التكاثر العذري الاختياري facultutive apomicts فان لها بعضا من عدم التجانس الذي يحصل نتيجة حصول نسبة صغيرة من التكاثر الجنسي. لذا يجب على المربي بيان الصفات المضبوطة ومدى التباين في صفات الصنف المستنبط. يمكن للظروف البيئية أن تؤثر في منوال التكاثر ولذلك يجب تحديد التباين الوراثي تحت ظروف الانتاج التجاري للبذور.

References مصادر الفصل الثامن عشر

Bashaw, E.C. 1980. Apomixis and its application for crop improvement. pp 45 – 63. In W.R. Fehr and H.H. Hadley (eds.). Hybridization of crop plants. American soc. Agron. Madison, Wisc. U.S.A.

Burton, G.W. 1947 Breeding bermuda grass for south – eastern united states. J.Am. Soc. Agron. 39: 551 – 569.

Martin, M.W. 1978. Use of mass selection in early stag of potato breeding. Am. Pot. J. 55: 386.

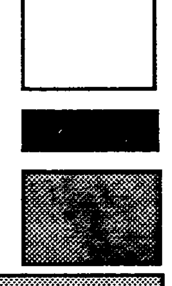
Poehlman, J.M. 1983. Breeding Field crops (2nd – ed.) Avi publishing Company, INC. Westport, Connecticut U.S.A.

Stevenson, G.C. 1965. Genetics and Breeding Sugarcane. Longmans, Green and Co. London.

Taliaferro, C.M., and E.C. Bashaw. 1966. Inhertiane and control of obligate apomixis in breeding buffelgrass, *pennisetum cilar*. Crop sci. 6: 473 – 476.

Warner, J.N. 1953. The evolution of a philosophy on sugarcane breeding in Hawaii. Haw – plt. Rec. 54: 139 – 162.

الفصل التاسع عشر
التربية لمقاومة الآفات



الفصل التاسع عشر
التربية لمقاومة الآفات

مقدمة :

تعد المقاومة للآفات من أمراض وحشرات هدف مهم جداً في استنباط الاصناف. فقد استعملت الاصناف المقاومة بصورة فعالة للسيطرة على الأمراض والنيماتود والحشرات. وان المقاومة الوراثية في النباتات يمكن عدها شكلا رئيسا من أشكال السيطرة على الآفات.

يتطلب استنباط الاصناف المقاومة الآخذ بنظر الاعتبار التباين الوراثي سواء في الآفة او في النبات.

وقد وجد ان المقاومة في العديد من الاصناف قد فقدت بعد فترة قصيرة من الوقت ويعود ذلك الى ظهور تراكيب وراثية جديدة للمسبب المرضي والتي يكون الصنف حساسا لها. ان التربية لغرض السيطرة على الآفات تكون فعالة أكثر عندما يتعاون كل من علماء الحقل ومربي النبات وعالم الوراثة وعلماء الأمراض النباتية والحشرات في برنامج التربية. تدمج المقاومة للأمراض والحشرات في الاصناف الجديدة او الهجن وهذه الاصناف تدمج وتتكامل في الزراعة.

ويشمل تطوير الاصناف المقاومة على الاخذ بنظر الاعتبار التباين الوراثي لكل من المسبب المرضي والعائل. لذلك تعد الدراسات الوراثية والحياتية لتداخلات النبات مع الآفة واستخدامها في تربية الاصناف المقاومة من أهم التحديات في عالم اليوم حيث ان تجهيز معظم الغذاء والألياف في العالم يعتمد على نمو محاصيل مقاومة للأمراض.

وان المقاومة في العديد من الاصناف تكون مؤثرة لفترة قصيرة من الوقت بسبب ظهور تراكيب وراثية جديدة من المسببات المرضية التي يكون الصنف لها حساسا . لذلك فأن اطالة الاشكال المختلفة من المقاومة الوراثية من اهم الاعتبارات في التربية للمقاومة للآفات الزراعية .

فوائد استخدام الأصناف المقاومة للآفات :

تعد مقاومة العائل من الطرق المثالية للسيطرة على الآفات وذلك للابقاء على الحاصل وغيره من الصفات المرغوب فيها في المحصول . وهي من أرخص السبل وليس لها أضرار بيئية جانبية ولايحتاج المزارع الى فعل عمل اضافي لغرض السيطرة على المرض . ويبقى الصنف المقاوم جاهزا بصورة دائمية لمقاومة المرض عند ظهوره ولايضيف تكاليف انتاج او اتخاذ قرارات معينة عن موعد المكافحة خلال موسم الزراعة .

وعندما تكون المقاومة في المحصول غير كافية يجبر المزارع على استخدام طرق اخرى للسيطرة على الآفة والا سيتعرض الى الخسائر . ففي بعض الحالات يختار المزارع أصنافاً ذات مقاومة جزئية للآفة ثم يستخدم المبيدات الكيميائية او يتبع عمليات مقاومة اخرى . ان استخدام المبيدات موثر في الأصناف الحساسة ولكن فائدته تكون معدومة الاصناف المقاومة .

أشكال المقاومة الوراثية :

يمكن ان تكون المقاومة للآفات اما صفة نوعية qualitative أوكمية quantitative وتعتبر نوعية عندما يتحكم بالمقاومة وبشكل مؤثر جين أو عدد قليل من الجينات التي تؤدي الى فئات متميزة من النباتات المقاومة والحساسة . أما في حالة صفة المقاومة الكمية فهي المقاومة التي تعطي تباينا مستمرا بين التراكيب الوراثية . يقال للمقاومة التي تورث بشكل صفة نوعية بالمقاومة العمودية أو المتخصصة Vertical Resistance أما التي تورث بشكل كمي فهي المقاومة الحقلية Field أو العامة general أو الأفقية Horizontal أو غير المتخصصة non specific .

تعين المقاومة العمودية جينات رئيسة تسيطر على سلالات معينة من المسبب المرضي . ويمكن التعرف على أليلات الجين الرئيس بشكل مباشر ونقله من تركيب وراثي لآخر . كذلك يمكن تخمين انعزال الجين على أساس التركيب الوراثي للآباء والهجين . ويمكن

معرفة وتحديد وجود الأليل من تعرض نبات معين أو نسله الى سلالة معينة من المسبب المرضي.

من المساوئ الرئيسة في المقاومة العمودية هو حساسية المقاومة للسلالات الجديدة من المسبب المرضي. فعندما يتعرض صنف حامل لجين رئيس للمقاومة الى مجتمع من المسبب المرضي المتغاير وراثيا فمن المحتمل ان يكون حساسا الى واحد أو أكثر من السلالات. توجد هذه السلالات بتكرارات واطئة ضمن المجتمع ولاتسبب ضرراً يمكن قياسه في الصنف. ولكن استمرار استعمال الصنف يمكن ان يقود الى زيادة في تكرار السلالة يكون حساسا لها وعندها يتعرض النبات الى اصابة اقتصادية عند زراعة الصنف.

تحدد المقاومة العامة بوجود أليلات لعدة مواقع جينية لكل منها تأثير صغير. تكمن فائدة المقاومة العامة في قدرتها على السيطرة ولعدة ضروب في مجتمع المسبب المرضي. وسيصعب على السلالات الجديدة للمسبب المرضي ان يتغلب على وجود الأليلات للمقاومة ولعدة مواقع جينية. أما مساوئها فهي صعوبة نقلها من تركيب وراثي آخر. ويمكن التعرف على الأليلات المفردة في الأب ولذلك لايمكن تخمين تكرار الأفراد المرغوب فيها في نسل الهجين. ان احتمال نقل جميع أليلات المقاومة من النبات المقاوم الى الحساس يكون واطئاً عندما يزداد عدد الأليلات.

تاريخ المقاومة للأمراض:

لايعرف متى بدأت عمليات التربية للمقاومة للآفات. ولكن من دون شك قام الانسان القديم بانتخاب النباتات المقاومة للآفات بعد قيامه باستئناس النباتات قبل عشرة آلاف سنة مضت وقد أشارت الملاحظات المسجلة على تغاير المحاصيل في تفاعلها للامراض ويرجع تأريخها الى ثيوفراتس Theophrastus (٣٧١- ٢٨٦ ق. م)؛ وقد لاحظ T.A. knight وهو مربي نبات انكليزي في النصف الأول من القرن التاسع عشر المقاومة للصدأ في الحنطة. وقد بدأت برامج تربية البطاطا لمقاومة مرض اللفحة المتأخرة Late blight بعد عام ١٨٥١. وفي فرنسا بدأت برنامج لمقاومة مرض البياض الزغبي downy mildew على العنب في عام ١٨٧٨.

وقبل عام ١٩٠٠ لم يؤخذ بنظر الاعتبار ان المقاومة للأمراض صفة مستقرة على وفق مقياس مسيطر عليه. فعلى سبيل المثال عندما يكون الصنف مقاوما للصدأ في بريطانيا لايحتفظ بمقاومته عند زراعته في استراليا أو الهند وهذا يثبط من عزيمة مربي النبات في وضع

برامج واسعة بهدف التربية للمقاومة للأمراض. ويجب ان نذكر انه لم تعرف في ذلك الوقت أهمية صفات العدوى المتخصصة specific virulance وعدم الاصابة avirulence للاصناف المقاومة Hooker, 1983.

وفي حوالي ١٩٠٠ حصل على نجاحات في وراثة وتربية المقاومة للأمراض. وكان أول دليل على ان صفة المقاومة تورث أورده Biffen في كامبردج - بريطانيا. فبعد وقت قصير من اعادة اكتشاف قوانين مندل، نشر Biffen (٣) عام ١٩٠٥ نتائج تهجين لصنف الحنطة Rivet المقاوم لمرض الصدأ الأصفر مع الصنف الحساس جدا للمرض وهو صنف Michigan Bronze. وقد ذكر انعزال الجين المتنحي للمقاومة في كل من الاجيال الثاني والثالث. وفي الولايات المتحدة حقق عدة عاملين نجاحات بارزة في السيطرة على أمراض الذبول الفيوزارمي Fusarium wilt الذي ينتقل في التربة ولعدة محاصيل مثل القطن، والرقي، والبزاليا، والكتان، والطماطة، واللهانة وكانت هذه المحاصيل مقاومة اينما زرعت. ومثال آخر على النجاح في انتخاب نباتات في البنجر السكري مقاومة لمرض تجعد القمة Curly top والانتراكنوز anthracnose في البرسيم.

تاريخ المقاومة للحشرات :

تعود معرفة النباتات المقاومة للحشرات الى حوالي ١٠٠ سنة. فالسيطرة على حشرة العنب المسماة grape louse في عام ١٨٧٢ في أوربا كانت من ادخال أصول مقاومة من امريكا الشمالية. وقبل ذلك الوقت حوالي عام ١٨٣١ لوحظ مقاومة التفاح صنف Winter Majestic للمن القطني Wooly apple aphid. وقد بقيت هذه المصادر المقاومة في العنب والتفاح فعالة لحد الآن. وقد لوحظت المقاومة لذبابة هيشيان Hessian fly في الحنطة في حوالي عام ١٨٧٥. ومن الدراسات الاولى عند توريث المقاومة للحشرات أجريت عام ١٩١٦ و ١٩١٧ والتي شملت المقاومة لحشرات black scale و leafblister mite في القطن. وفي حوالي نفس الفترة بدأت الدراسات الوراثية لعلاقة العائل بالحشرة في الحنطة - ذبابة هيشيان وقد توفرت أصناف الحنطة المقاومة لذبابة هيشيان في جميع المناطق الرئيسة في الولايات المتحدة. كذلك توفرت أصناف حنطة مقاومة لذبابة الساق المنشارية stem sawfly في المناطق الشمالية من الولايات المتحدة وكندا. وفي جنوب أفريقيا تم الحصول على قطن مقاوم للجراد leaf hopper وأمكن زراعة القطن من دون الحاجة الى استعمال المبيدات الحشرية. وتتوفر أصناف من الذرة الصفراء المقاومة لحشرة ثاقب الذرة الأوربي European corn borer ودودة عرنوص الذرة

cornearworm . وتوجد الآن أصناف من الرز مثل IR 29, IR 28 و IR 30 (من المركز الدولي لابحاث الرز في الفلبين IRRI) المقاومة لجراد الأوراق الأخضر وجراد المنبات القهوائي brown plant hopper

التداخل الوراثي بين النبات والآفة :

تتحدد حساسية النبات بالعلاقة بينه والمسبب المرضي أو الآفة. ففي دراسة عن صدأ الكتان وصف Flor (1956) هذه العلاقة وأشار الى ان لكل جين في العائل والذي يسيطر على مقاومة الكتان للصدأ جيناً في المسبب المرضي يحدد قدرته على الأصابة Virulent من عدمها avirulent. وتعين هذه العلاقة بين جينات العائل والمسبب المرضي التعبير عن المرض في العائل. تعرف هذه الفرضية بفرضية Flor وهي فرضية جين- جين gene – for – gene hypothesis الجدول ١٩ – ١ : يوضح هذه العلاقة.

جدول ١٩ – ١ : توافقات الأليلات السائدة للمقاومة في النبات والأليلات المتنحية للاصابة في الآفة والتي تنتج الحساسية أو المقاومة في النبات.

الصنف	جينات المقاومة في النبات	جينات الاصابة في المسبب المرضي	استجابة النبات
١	لاتوجد	أي جين للأصابة	حساس
٢	A –	لاتوجد	مقاوم
٣	A –	aa	حساس
٤	A – B –	aa	مقاوم
٥	A – B –	bb	مقاوم
٦	A – B –	aa bb	حساس
٧	A – B – C –	aa bb	مقاوم
٨	A – B – C –	aa bb cc	حساس

عن : Fehr (1987) 306 .

فعندما يكون للعائل التركيب الوراثي AA BB cc يجب ان يكون للمسبب المرضي الأليلات المتنحية aa و bb ليكون مؤثرا في احداث الاصابة (جدول ١٩ – ١). ويمكن ان تكون الأليلات في الموقع (C) في المسبب المرضي سائدة أومتنحية بسبب عدم امتلاك العائل الاليل السائد (وهو مايسمى بقفل المقاومة) الضروري للمقاومة.

من المهم جدا معرفة التباين الوراثي ضمن مجتمع المسبب المرضي لغرض التربية للمقاومة المناسبة في الصنف. وفي محاصيل الحبوب هناك مسح منتظم للسلالات في مجتمع مرض الصدأ.

آليات المقاومة للأمراض:

هناك ثلاث أليات لمقاومة الأمراض في النبات وهي:

آ– المقاومة التي يبديها النبات لتأسيس المسبب المرضي داخل أنسجته وتشمل هذا النوع من المقاومة على الآتي:

١. الحساسية Hypersensitivity حيث تمنع الاصابة بالمسبب المرضي من قبل النبات نفسه.
٢. المقاومة الخاصة Specific resistance. هناك سلالات مرضية خاصة لاتصيب النبات.
٣. المقاومة غير المتجانسة Nonuniform resistance: يمنع العائل تأثيث سلالات معينة ولكن ليس لغيرها.
٤. مقاومة الجين الرئيسي Major gene resistance: تتم السيطرة على المرض جينات رئيسة في العائل.
٥. المقاومة العمودية Vertical resistance: تسيطر مقاومة العائل على سلالة أو عدد محدود من السلالات المرضية وان التغاير في مقاومة العائل تعتمد بدرجة كبيرة على تداخل الصنف × السلالات المرضية.

ب– المقاومة للمسبب المرضي بعد التأسيس في العائل:

يعتمد مدى الضرر الذي يحدثه المسبب المرضي في العائل على مدى انتشاره وتكاثره بعد التأسيس في العائل. ويوصف هذا النوع بعدد من المصطلحات:

١ . المقاومة الحقلية Field resistance : قد يسبب تلقيح النبات بالمسبب المرضي في المختبر اصابات شديدة ولكن في الحقل يظهر النبات تطور ونمو اعتيادي عند وجود المسبب المرضي.

٢ . المقاومة العامة General resistance : للعائل القدرة على مقاومة جميع سلالات المسبب المرضي.

٣ . المقاومة غير المتخصصة Non specific resistance : المقاومة في العائل غير محددة في سلالات معينة للمسبب المرضي.

٤ . المقاومة المتجانسة Uniform resistance : مقاومة العائل متساوية في جميع سلالات المسبب المرضي أكثر من كونها جيدة للبعض ورديئة للبعض الآخر.

٥ . مقاومة الجين الصغير Minor gene resistance : حيث يتحكم بمقاومة العائل عدد من الجينات لكل منها تأثير صغير.

٦ . المقاومة الافقية Horizontal resistance : التغاير في مقاومة العائل تعود بشكل رئيس الى الاختلافات بين الأصناف والعزلات أكثر من تداخلات خاصة بين الصنف× السلالة.

جـ - القدرة على التحمل : Tolerance

وتعبر عن قدرة النبات للاداء الجيد رغم ظهور العلامات المرضية عليه. يفتقد النبات في هذه الحالة القدرة على منع المسبب المرضي من التأثير فيه. وعلى أساس التقويم النظري للأعراض يقوم النبات بأنه حساس. ولكن اداء النبات قد يكون مماثلاً للنبات غير المصاب.

ميكانيكية المقاومة للحشرات :

أشار Painter (1951) الى ثلاث من آليات المقاومة للحشرات والتي تؤثر في قدرة النبات على والانتاجية وهي :

(١) عدم التفضيل nonpreference.

(٢) المقاومة المضادة antibiosis التي يبديها النبات.

(٣) القدرة على التحمل tolerance.

تتأتى الحالة الأولى من استجابة الحشرة الى الصفات النباتية التي تجعل من النبات غير مرغوب فيه للاستعمال من قبل الحشرة كمكان للتكاثر أو التغذية أو الحماية أو أي توافق من عاملين أو أكثر. وتشمل الصفات النباتية على تأثير اللون، وانعكاس الضوء، والنمط الزغب، وزاوية الورقة، والرائحة والطعم. ان اصناف البزاليا ذات اللون الأصفر– المخضر غير مرغوب فيها لمن البزاليا مقارنة باللون الأخضر المزرق. وينجذب من اللهانة الى شدة الضوء الخافت. وتتعرض فول الصويا العديمة الزغب الى المهاجسة بشكل شديد بجراد أوراق البطاطا بينما لاتتأثر الأصناف التي فيها زغب. وفي البصل يفضل التربس الأصناف التي تتسم بزاوية صغيرة للفصل بين الأوراق التي يعيش عليها. وتتأثر خنفساء البطاطا برائحة الأنواع المختلفة من البطاطا. اما المقاومة للجراد في الذرة الصفراء والبيضاء فتتأثر بالطعم.

في حالة المقاومة المضادة antibiosis فتتأثر بالتأثير العكسي لنسيج النبات المستعمل كغذاء على تطور وتكاثر الحشرة. وتشمل التأثيرات المعاكسة على منع النمو والموت واطالة فترة النضج. وتعد هذه الحالة هي التعبير الحقيقي الوحيد عن مقاومة النبات للحشرات.

أما القدرة على التحمل Tolernce فتعبر عن قدرة النبات على النمو والانتاج رغم وجود مجتمع من الحشرات عليه والتي تسبب تلف العائل الذي له القدرة الضعيفة على التحمل. ولا يمكن التمييز بين الصنف ذي القدرة على التحمل من عدمها من عدد الحشرات الموجودة عليها ولكن الصنف الذي يبدي تحملاً أكثر يتأثر بشكل أقل. ولا تشمل هذه القدرة على التحمل مع الاصابة الحشرية لذلك لايعدها البعض شكلاً من أشكال المقاومة. وقد تحدد قوة نمو النبات مستوى التحمل، فالهجين المنفردة للذرة البيضاء والصفراء التي تعطي قوة هجين heterosis اكثر تحملاً لحشرة Chich bugs من آبائها الأصيلة الحساسة. وان لقدرة النبات على انتاج جذور جديد. وأوراق أو سيقان تؤثر في القدرة على التحمل. كذلك فان قوة نسيج الساق يرافق درجة التحمل للحشرات الثاقبة للساق.

التربية للمقاومة المتخصصة:

من الشائع الحصول على جينات رئيسة تسيطر على السلالات المرضية الموجودة في مجتمع الآفة كذلك جينات تسيطر على سلالات اخرى أقل أهمية. وتتضمن الطرق على:

١. استنباط صنف يمتلك جيناً رئيساً واحداً يسيطر على الآفة السائدة.
٢. السلالات المتعددة الخطوط multiline وهي وضع جينات عدة تسيطر على السلالة السائدة وسلالات اخرى أقل اهمية في تراكيب وراثية عديدة ثم تخلط معاً لتكوين السلالة المتعددة الخطوط.
٣. وضع عدة جينات تسيطر على السلالة السائد والسلالات الاخرى في صنف واحد عن طريق البناء الهرمي لجينات المقاومة في الصنف.

(١) الأصناف ذات الجين الرئيس للمقاومة:

الستراتيجية الشائعة وعلى نطاق واسع هو استنباط أصناف مفردة تحمل جين رئيس لمقاومة سلالة الآفة. ويمكن استنباط الأصناف عن طريق:
(آ) الانتخاب بين النسل في المجتمع الانعزالي الذي يحتوي على أليل المقاومة.
(ب) نقل الجين عن طريق التهجين الرجعي وكما ذكر في الفصل الرابع عشر. ان فائدة المقاومة للجين الرئيس هو سهولة تناول الجين المفرد في برنامج التربية. اما مساوئها فتكمن في امكانية تعرض الجين المفرد الى الاصابة بالسلالات الأقل أهمية والتي تصبح سائدة في مجتمع الآفة.

(٢) السلالات المتعددة الخطوط:

يمكن خلط بذور التراكيب الوراثية التي تمتلك جينات رئيسة للمقاومة معاً لتكوين السلالة المتعددة الخطوط mulitline. ويمكن ان تكون التراكيب الوراثية بشكل سلالات متشابهة isoline والتي تختلف بصورة رئيسة في الجين الرئيس الذي تحمله. كذلك يمكن الحصول على السلالة المتعددة الخطوط من تراكيب تختلف في الصفات الحقلية فضلاً عن الجينات الرئيسة لمقاومة الآفة.

ويمكن للسلالة المتعددة الخطوط ان تعطي الحماية ضد سلالات واسعة للآفة. وعندما يكون هناك تغيير في تكرار السلالات ضمن مجتمع الآفة تكون بعض التراكيب الوراثية ضمن السلالة المتعددة الخطوط مقاومة لأي من السلالات الموجودة. تقلل النباتات المقاومة من انتشار السلالة الجديدة الى النباتات الحساسة.

من مساوىء الطريقة التي تمنع من استخدامها على نطاق واسع هي: (١) تحتاج الى جهد كبير لنقل عدد من الجينات الرئيسة في تراكيب وراثية متفوقة، و(٢) اذا تم

استخدام طريقة التهجين الرجعي لاستنباط السلالات المتشابهة فان الأب الرجعي recurrent parent سيحدد صفات السلالة المتعددة الخطوط. وخلال فترة تنفيذ برنامج التهجين الرجعي يمكن ان يستنبط من البرامج الانتخابية صنف جديد متفوق من الناحية الحقلية على الأب الرجعي. وان هذا الصنف الجديد قد يحدد من قبول الصنف المتعدد الخطوط عند اكماله.

(٣) التكوين الهرمي:

تعتمد هذه الطريقة على نقل الجينات الرئيسة الموجودة في السلالة المتعددة الخطوط الى صنف رئيسي واحد. ويمكن استعمال جينات رئيسة أكثر من الضروري لاعطاء المقاومة للسلالات السائدة للمقاومة. يتوقع من تنوع الجينات الرئيسة ان تعطي الحماية ضد السلالات الجديدة التي يمكن ان تنشأ في مجتمع الآفة.

أما مساوىء الطريقة فهي:

(آ) الحاجة الى جهد كبير لدمج عدة جينات رئيسة في تركيب وراثي واحد ويتطلب ذلك اختباراً على نطاق واسع مع عدة سلالات مختلفة لتأمين وجود الأليلات المرغوب فيها.

(ب) إستعمال طريقة التهجين الرجعي لدمج الجينات الرئيسة في تركيب وراثي واحد تحدد من الصفات الحقلية للصنف الجديد مقارنة بالأب الرجعي.

(جـ) ان مقاومة الصنف تشجع في تطوير سلالات مرضية. جديدة خصوصاً ان كانت الجينات الرئيسة تستعمل بشكل مفرد في اصناف اخرى.

كيفية التقليل من التغيرات في الضروب المرضية:

من الاهتمامات الرئيسة في انتاج المحاصيل هو مراقبة التغيرات الحاصلة في السلالات المرضية السائدة في مجتمع الآفة. فالمحصول معرض لخسارة اقتصادية كبيرة اذا ماأصيب بآفة او مسبب مرضي يتغير بسرعة. فكل تغير في السلالة يجعل الصنف المتداول حساساً مما يحتم ضرورة التعرف واستخدام الجينات الجديدة للمقاومة. وقد تكون جاهزية الجينات الجديدة محدودة في بعض أنواع المحاصيل ولذلك من المرغوب فيه العمل على استقرارية مجتمع السلالة.

يمكن الوصول الى استقرارية السلالة اذا أمكن الابقاء على السلالة المرضية الحالية أو منعها من ان تتطور الى سلالة جديدة. افترض كلا الطريقين كحلول عملية للتغلب على مشكلة تغير السلالة. ويشمل استعمال الجينات الرئيسة للمقاومة في اصناف تزرع على نطاق تجاري.

استقرارية السلالات المرضية السائدة :

تتأثر استقرارية السلالة بالطريقة التي تستخدم بها الاصناف التي تمتلك جيناً رئيساً للمقاومة. فقد افترض بأنه يمكن الحصول على استقرارية السلالة باعطاء السلالات السائدة بنباتات حساسة وبصورة كافية في جعلها تعيش. وهناك طريقتان لذلك :

آ- الاستعمال المتبادل للأصناف الحساسة والمقاومة في تعاقب زراعة المحاصيل وينصح بدورة كل ثلاثة سنوات في بعض المناطق من الولايات المتحدة لتشجيع استقرارية نياتود فول الصويا Cyst nematode. وحيث يزرع محصول غير عائل للمرض وصنف مقاوم من فول الصويا لسنين متعاقبة بهدف اختزال مجتمع الآفة الى مستوى بحيث لايؤدي الى ضرر اقتصادي عند زراعة الصنف الحساس بعده. بعد ذلك يزرع الصنف الحساس للمرض ليسمح للمسبب المرضي ان يعيش ويحافظ على دوره السائد في المجتمع. هناك نقص في الأدلة التجريبية الحاسمة التي تؤيد قيمة توالي المحاصيل في استقرارية السلالة رغم ان هذه الطريقة موصى بها لدى المزارعين الاعتياديين (Hooker, 1983).

(ب) خلط التراكيب الوراثية المقاومة والحساسة، حيث يمكن توفير النباتات الحساسة وذلك بزراعة خليط من بذور السلالات المقاومة والحساسة وليس زراعة صنف نقي ذي مقاومة متجانسة. ان تكرار النباتات الحساسة في الخليط يكون واطئاً بدرجة تكفي لمنع أية خسارة اقتصادية. ولم تحدد قيمة هذه الطريقة لحد الآن.

منع نشوء السلالات المرضية الجديدة :

يمكن الحصول على استقرارية السلالة اذا لم تستطع السلالات الجديدة التغلب على المقاومة في النبات. وقد افترض (Nelson, 1973) البناء الهرمي لجينات المقاومة في الصنف كوسيلة لمنع نشوء السلالات المرضية الجديدة. يعتمد المقترح على مفهوم كون

سلالات الآفة تكون مؤثرة اذا ماحتوت جميع الجينات الضرورية للاصابة. تختزل قدرة الكائن المرضي على العيش في الطبيعة بزيادة عدد جينات الأصابة لذلك فان الاحتمال يكون واطئاً في نشوء وتطور سلالة جديدة لها جينات الاصابة التي تستطيع التغلب على مقاومة الجين الرئيس ولها الملائمة المطلوبة للعيش. ان مدى تأثير طريقة بناء الجين الهرمي بهدف الحصول على استقرارية السلالة لم يبرهن عليه لحد الآن.

التقليل من تأثير السلالات الجديدة :

يكون تأثير الجين الجديدة للاصابة كبيراً عندما يكون هناك تجانس في اصابة المحصول. ويمكن لتنوع الجينات الرئيسة للمقاومة في الأصناف تأثيراً كبيراً في تعرض المحصول لخسائر مهمة. ويمكن تحقيق الاختلاف بين الحقول عندما يتم زراعة أصناف تختلف في جينات المقاومة الرئيسة، وتنجز هذه الاختلافات بزراعة خليط من البذور من سلالات تختلف في جينات المقاومة الرئيسة.

من احدى الطرق للتقليل من تأثير السلالات الجديدة هو نشر الجينات gene deployment الرئيسة وفق توزيع جغرافي مدروس لاستنباط الاصناف وقد اقترح ان نشر الجينات كطريقة مؤثرة للحصول على تنويع الجينات الرئيسة بين المناطق الجغرافية. وتحتاج الى :

(١) عدد من الجينات ذات تأثيرات متشابهة للسيطرة على السلالات المرضية السائدة.
(٢) تعاون بين مربي النبات وعلماء الأمراض النباتية.

وهناك صعوبة في نشر الجينات بين مربي النبات ولعدم امكانية ايجاد جينات رئيسة ذات مقاومة متساوية ضد السلالات المرضية السائدة في المناطق المختلفة. فعندما يتضح ان احد الجينات متفوق على الأخرى فان أغلب المربين يفضل استعماله (Fehr, 1987).

الطريقة الثانية هو استعمال الأصناف المتعددة السلالات Multilines وقد اقترح كوسيلة تعطي الحماية ضمن الحقل ضد الاصابات الشديدة من السلالات الجديدة للأمراض. ان خليط من جينات رئيسة للمقاومة تقلل من احتمال ان يكون للسلالة المرضية الجديدة القدرة على مهاجمة جميع النباتات. وقد أشار (Frey, 1982) الى أن النباتات المقاومة تقلل من الأضرار للنباتات الحساسة وذلك من تقليل انتشار المسبب المرضي. وان الخسارة الكلية للمحصول تقل بسبب قدرة النباتات المقاومة على الأستفادة

من المنافسة المنخفضة من النباتات الحساسة المجاورة. ان النباتات المقاومة في الخليط تقلل من سرعة انتشار المرض. وقد درست هذه الامكانية في الأمراض التي تنتقل بواسطة الرياح Wind – borne disease للمحاصيل الحبوبية مثل صدأ أوراق الحنطة (Chris-tensen, 1977) أو الصدأ التاجي في الشوفان. هذه الأمراض تنتشر بواسطة سبورات تحط على النبات مسببة الاصابة ومنتجة سبورات اضافية تهب على بقية النباتات. العوامل التي تؤثر في سرعة انتشار المرض أشار اليها في المعادلة : Vander der Plank (1963) في المعادلة :

$$Xt = X_{oe}rt$$

حيث :

X_t = العدد الكلي للسبورات المنتجة في مجموعة من النباتات في وقت معين.

X_o = عدد السبورات البدائية التي أصابت مجموعة من النباتات.

r = معدل الزيادة في عدد السبورات الجديدة المنتجة في اليوم.

e = ثابت = ٢,٧١٨.

فأي انخفاض في (X_o) أو (r) يمكن ان يقلل من انتشار المسبب المرضي ضمن الحقل. ان تأخير لعدة أيام خلال الفترة الحرجة من امتلاء الحبة يمكن أن يؤثر في التأثير الهام في انتاجية النباتات الحساسة. ويتأثر عدد سبورات الصدأ التي تصيب مجموعة النباتات في البداية (X_o) بعدد النباتات الحساسة التي تصيبها. فالسبور المسبب لايساهم في انتشار المرض عندما يقع على نباتات مقاومة له. فعندما تزداد نسبة النباتات المقاومة في الحقل فان قيمة (X_o) تقل. ويتأثر معدل زيادة عدد السبورات في اليوم (r) بقدرة السبور على اصابة النبات وانتاج سبورات جديدة. كذلك تتأثر بقدرة السبورات الجديدة على اصابة النباتات في الأصناف المتعددة السلالات تكون السبورات الواقعة على نباتات مقاومة غير مؤثرة وتمنعها من المساهمة في أية زيادة في معدل انتاج السبورات.

التربية للمقاومة العامة :

المقاومة العامة وسيلة مهمة للسيطرة على الآفات في النباتات. وتكون مرغوب فيها أكثر من المقاومة الخاصة بسبب اعطائها بعض المقاومة للعديد من السلالات وأقل تعرضاً للتغير الوراثي في الآفة. ان التربية للمقاومة العامة أكثر صعوبة من المقاومة الخاصة بسبب اشتراك عدة جينات ذات تأثير قليل.

من الناحية الكمية يكون الانتخاب للمقاومة العامة مماثلاً للتربية لصفة الحاصل وغيره من الصفات الحقلية. فعلى سبيل المثال تم الحصول على تحسين مهم في المقاومة العامة عن طريق الانتخاب التكراري. فالعديد من اصناف الجت تزرع بصورة تجارية جاءت من مجتمعات حسنت بالانتخاب التكراري المظهري لمقاومة الأمراض والحشرات.

مستقبل المقاومة للآفات:

تحتاج الابحاث المستقبلية في مقاومة الآفات الى الأخذ بالاعتبارات التالية:

(١) الكشف عن الأمراض الكامنة المهمة والمشاكل الحشرية.

(٢) اعطاء المعلومات عن تفاعل الاصناف والآباء الأصيلة للهجن والمصادر الوراثية لمدى واسع لاخطار الأمراض والحشرات.

(٣) تعين مواقع التنوع لمقاومة الآفات المرضية والحشرية.

(٤) تطوير تقنيات سهلة التطبيق لقياس تفاعل الآفة وتشمل الأختبارات الدولية أو طرق اخرى لتمييز المقاومة الخاصة والعامة.

(٥) التعرف وتحديد البنك الوراثي للجينات والسايتوبلازم المقاوم للآفات.

(٦) الاستمرار بجهود تربية النبات لمقاومة الآفات.

(٧) الاستمرار في الكشف عن الطرق الملائمة لنشر الجينات والسايتوبلازم في المحاصيل الزراعية في مناطق المحاصيل.

ان هدف مربي النبات الاول في السيطرة على الافات عن طريق مقاومة العائل هو تأمين استقرارية انتاج المحصول اي منع الاصابات الوبائية. والهدف الثاني هو الخسائر السنوية من الآفات قدر الامكان. يجب ان يكون للصنف المقاوم الناجح لعدة أمراض وحشرات صفات مقبولة للحاصل والنوعية وغيرها من الصفات الحقلية.

Christensen, C.M. 1977. Field Manual of common wheat diseases and pests . International Maize and Wheat Improvement Center, Lodres 40, Mexico , 6, D.F. Information Bulletin 29.

Fehr , W.R. 1987. Principles of Cultivar Development.Vol.1.Theory and Technique. Macmillan publishingCo. New York,U.S.A . PP 305 – 314.

Flore , H.H. 1956. The complementary genic systems in flax and flax Adv. Genet. 8: 29: 54.

Frey, K.J., J.A. Browning, and M.D. Simons . 1973. Management of host resistance genes to control diseases. Z. pflanzenzuchtg 80: 160–180.

Frey, K.J .1982 . Multiline breeding pp– 43– 71. In I.K. Vasil, W.R. scowcroft and K.J. Frey (eds) plant improvement and somatic cell genetics Academic Press, New York. U.S.A.

Hooker, A.L. , and K.M.S Saxena. 1971. Genetics of disease resistance in plants . Ann . Rev Genet. 51: 407 – 424.

Hooker, A.L. 1977. A plant pathologest's view of germplasm evaluation and utilization Crop Sci: 17: 689– 694.

Hooker, A.L. 1983. Breeding to control pests. pp 119– 230. In D.R. Wood (ed.) Crop Breeding American Soc. of Agronomg , Madison, Wisconsin. U.S.A

Nelson, R.R. 1973. The use of resistance genes to curb population shifts in plants pathogens. pp. 49 – 66. In R.R. Nelson (ed.) Breeding plants for disease resistance concepts and applications pennsylvania state Univ.Press. Univ.Park. U.S.A.

Painter , R.H. 1951 . Insect resistance in crop plants. M acmillan, New York. U.S.A.

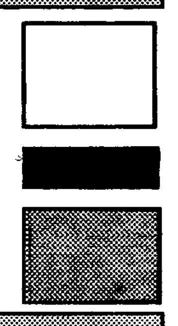
Russell, G.E. 1987. Plant Breeding for pest and disease resistance. Butterworth, London.

Vander der plank , J.E. 1963. Plant diseases; Epidemics and Control. Academic press. New York.

الفصل العشرون

طرق التربية خارج الكائن الحي

Invitro Crop Breeding



الفصل العشرون
طرق التربية خارج الكائن الحي

مقدمة :

تشمل تقنيات تربية المحاصيل خارج الكائن الحي على تقنيات زراعة الأنسجة والخلية التي تساعد في اكثار ودراسة وتغيير وراثة النباتات دون المرور بالدورة الجنسية للنبات . وأساسا تعرف المزارع خارج الكائن الحي بأنها عملية الاكثار باستخدام تقنيات معقمة للخلايا والأنسجة والاعضاء النباتية والبروتوبلاست Protoplast :

ان هذه التقنيات مهمة في كونها تساعد مربي النبات في تحقيق أهداف تحسين المحصول وأستنباط الأصناف المحسنة ومعرفة أكثر بالانواع . ويعرف مربو المحاصيل اليوم تقنيات هندسة الحامض النووي DNA والتي يمكن استخدامها في برامج التربية من خلال زراعة الأنسجة .

وكما رأينا في الفصول السابقة ان التقنيات التقليدية لتربية النبات قدمت انجازات بارزة للزراعة لعقود عديدة مضت . هذه المساهمات ستستمر أيضا بمساعدة تقنيات التربية خارج الكائن الحي . لذلك فمن المهم لمربي النبات الاطلاع على قيمة هذه الادوات الحديثة واستخدامها .

بدأت طرق زراعة النبات خارج الكائن الحي عام ١٩٠٢ عندما نظر Haberlandt الى امكانية زراعة الخلية . ولكن لم يتحقق النجاح في ذلك حتى اواخر الثلاثينيات عندما أنجز باحثون آخرون نجاحا في زراعة الخلية . وعلى الرغم من تجربة زراعة العديد من الأنوع قد تمت لكن القليل من الأنواع ذات الأهمية الاقتصادية والتي أمكن الحصول على نباتات كاملة من الخلية المزروعة . وعملية تجربة هذه التقنية مستمرة على أغلب الأنواع ولا تزال في مراحلها الأولى .

هذا وقد أسرع أكتشاف الاتحادات الجديدة في البكتريا بالاهتمام في زراعة الخلايا النباتية . فقد أعطت التقنيات المستخدمة في البكتريا النموذج الذي يمكن نقله الى مزراع الخلايا النباتية .

I. أشكال مزارع الأنسجة :

١ . الكالس : Callus

ان مزارع الكالس عبارة عن كتل خلوية مشتقة من نسيج نباتي نامية على وسط غذائي (media) . يتكون الوسط الغذائي من املاح لاعضوية ، مصدر للكاربون (عادة السكروز) ، الأوكسينات auxins والسايتوكاينين cytokinin . ان مكونات الوسط تكون حرجة للنوع المزروع . ولانتاج كالس جيد يجب ان تساعد المواد الغذائية نموا سريعا للخلايا ، ان التبغ والجزر يزرعان بسهولة . ومن الأنواع الاخرى مثل الحنطة والشوفان والقصب السكري أمكن الآن الحصول على نباتات من الكالس .

يمكن استعمال عدة أشكال من أنسجة النبات لبدء مزارع الكالس وتشمل على الجذور،والسيقان،والأوراق،والمرستيمات،والمتوك . وقد يناسب نسيج معين مع أحد الأنواع بشكل أفضل من بقية الأنسجة في انشاء مزارع الكالس .

ولغرض الحصول على الكالس يزال النسيج من النبات ويعقم لغرض قتل البكتريا والفطريات التي تلوث المزرعة . ويفضل توليد الكالس من نباتات نامية تحت ظروف معقمة من بذور معقمة لتلافي المشاكل من التلوث بالكائنات الدقيقة .
ويتم تنمية النسيج المعزول على وسط معقم ودرجة حرارة ٢٠ – ٢٥ْم وتعريض للضوء .
واذا ماكان توازن الأوكسينات / السايتوكاينين مناسبا في الوسط تنتج كتلة من الكالس .
ويجب الزراعة الثانوية لهذا الكالس Sub culturing في أوساط جديدة في فترات منتظمة كل ٢ – ٨ أسابيع . ويساعد ذلك الابقاء على الخلايا والتحول الى خلايا متميزة titopotency . أو القدرة على التحول الى نباتات .

يتحكم في تطور الكالس الهورمونات المضافة الى الوسط وبصورة رئيسة الأوكسينات والسايتوكاينينات . ان تغيير مستويات هذه الهورمونات يدفع الكالس لانتاج السيقان أو الجذور. ان التوازن الهورموني ضروري جدا لكل نوع ومرارا مايتغاير من صنف لآخر.

احدى الأوكسينات المهمة لبدء وتشجيع انتاج الكالس هو مركب (2,4 dichloro – 2,4 – D phenoxyacetic acid) وهو منظم اصطناعي للنمو.

تم اكثار التبغ من خلال زراعة الكالس ويعرف الكثير عن زراعة هذا النوع عن طريق الكالس وبصورة أكثر من اي نوع آخر. لايكثر التبغ تجاريا من خلال الزراعة خارج الكائن الحي بسبب أن العديد من الطفرات المنتجة ليس لها قيمة تجارية كذلك لسهولة اكثار التبغ عن طريق البذور (Ladd and Paule, 1983).

قصب السكر كثر بسهولة عن طريق الكالس ولكنه أظهر عدم استقرار كروموسومي. أما النباتات المنتجة من الكالس فهي مستقرة وتكثر خضريا عن طريق العقل. لذلك فان باستطاعة مربي المحصول استعمال الزراعات خارج الكائن الحي لاستنباط أشكال وراثية جديدة واستعادة كلونات Clones مستقرة.

يوضح الجدول ٢٠ – ١ قائمة ببعض الأنواع التي تم لها الحصول على نباتات من الكالس. على العموم فان الكثير من الأنواع الاخرى لم يتم لها الحصول على نباتات والابحاث مستمرة للتغلب على المعوقات والاجابة على اسئلة تفتح الطريق الواسع للتوسع في استخدام زراعة المحاصيل في تحسين المحصول. وقد أوضح Scowcroft (1977) الحصول على نباتات مشتقة من المزارع في التبغ والبنجر السكري والحنطة والذرة الصفراء والشعير والشوفان وغيرها.

جدول ٢٠–١ قائمة بانواع المحاصيل التي تم لها الحصول على نباتات من الكالس

المحصول	المحصول	المحصول	المحصول
الجت	القرنابيط	الزنبق	البرسيم الأحمر .
اللوز	الكرفس	الذرة الصفراء	الرز
الشعير	الحمضيات	الدخن	الجوري
الارتيجوك	القهوة	الشوفان	حشيشة الشيلم
الأسبركس	القطن	نخيل الزيت	الذرة البيضاء
أسبن	النخيل	البصل	فول الصويا
بيجونيا	الداتورة	البرتقال	البنجر السكري
بروكولي	الباذنجان	البزاليا	القصب السكري
براعم بروكسل	الكتان	الفلفل	التارو
اللهانة الحمراء	العنب	بيتونيا	التبغ
الكاكاو	الكلم	الأناناس	الطماطة
الجزر	برسيم لادينو	البطاطا	الحنطة
الكزافا	الخس	القرع الاحمر	

عن: S.L. ladd and M.R. Paule. 1983. PP. 132

واذا كان للصفة المنتخبة من الكالس فائدة لمربي النبات فانها يجب ان تكون موروثة في النبات المشتق من الكالس. وتذكر التقارير توريث الصفات المنتخبة من مزارع الكالس للعديد من الأنواع. وقد لاتورث الصفة التي تظهر على النباتات المشتقة من الكالس في الأجيال التالية يظهر أنها صفات غير وراثية في منشأها epigenetic التي لم تؤثر في الانسجة التكاثرية Chimeras. فضلا عن ذلك فأن العوامل التي يمكن الانتخاب لها في المزرعة ليس لها علاقة بالصفات المرغوب فيها في النبات الكامل. وتعد صفة الحاصل صفة يصعب الانتخاب لها خارج الكائن الحي وذلك لانها صفة تتحكم بها عدة جينات وتعمل من خلال علاقتها بالبيئة.

ويمكن توقع ابحاث واسعة نحو تحسين الحاصل، المقاومة للأمراض والملوحة والجفاف من النباتات المشتقة من الكالس.

المعلقات الخلوية : Cell Suspension

تشمل المعلقات الخلوية على خلايا مفردة او تجمعات خلوية صغيرة في وسط سائل. عادة تدور حاويات المزرعة أو ترج للحصول والابقاء على انفصال الخلايا وتسريع عملية تبادل الغازات بين الخلايا والمكونات الغازية للبيئة المحيطة بها. ان الوسط السائل مماثل للوسط الصلب المستعمل لانتاج الكالس ولكنه لايحتوي على الآجار. ويمكن تغيير مكونات الوسط السائل لتنشيط النمو السريع وانفصال الخلايا.

ولغرض البدء بالحصول على المعلق الخلوي تتبع الخطوات الآتية :

١ . الحصول على الخلايا من الكالس
٢ . النقل الى الوسط السائل
٣ . تحضين المزرعة على زجاج

ولتسريع الانفصال الخلوي يستعمل كالس هش friable callus. وهو الكالس الذي تكون فيه الخلايا بشكل يسهل فصلها عن بعضها البعض.

أنظمة المزارع : Cultures Systems

يمكن ان تكون مزارع المعلقات الخلوية كأنظمة مفتوحة أو مغلقة في المزارع المستمرة Continuous culture أو المزارع المفردة batch culture. في النظام المفرد توضع الخلايا في وعاء مزرعي صغير مثل وعاء ارلنماير Erlenmeyer flask بسعة ٢٥٠ مل او

وعاء كبير. تشغل المزرعة ربع الوعاء وهذه ترج بشكل مستمر اما تحت الضوء او الظلام الكامل حتى تصل الى أقصى تركيز خلوي. وتصل الى أقصى كثافة خلوية عندما تصل مكونات الوسط والمجال وغيرها من العوامل المحددة للنمو الخلوي يجب اجراء زراعات ثانوية اذا ما أريد استمرار التضاعف الخلوي. وللمزارع كثافات نمو دنيا تعتمد على ظروف المزرعة. واذا كانت المزارع الثانوية دون هذه الكثافات الدنيا فان الانقسام الخلوي سيتوقف.

عادة يتم اجراء الدراسات الوراثية في أنظمة مغلقة صغيرة وهذا يسمح بتعريض عدد كبير من السلالات الخلوية التي تعرض للعديد من معاملات الانتخاب في المختبر. ويمكن ان يحتوي ١٠٠ مل من مزرعة التعليق على (١٠^٧) خلية والتي تعطي مجتمعاً كبيراً جدا والذي يمكن تعريضه للانتخاب. وقد اوضح Nabors (1976) الحصول على سلالات تبغ مقاومة للاملاح انتخبت بالزيادة التدريجية بمستويات ملح الطعام في وسط التعليق.

ولمربي المحاصيل فان للمعلق الخلوي ومزارع الكالس فوائد ومساوئ. فالمزارع غير مستقرة من الناحية السايتولوجية كما في مزارع الشوفان حيث قد تفقد الخلايا جزءا اوكل الكروموسوم يجعل من الصعوبة امكانية اكثار تراكيب وراثية معينة. ومن ناحية اخرى فان عدم الاستقرار الوراثي يكون مصدرا لطفرات جديدة. فعلى سبيل المثال يمكن الحصول من المزارع غير المستقرة على مجاميع خلوية احادية الكروموسوم monosomics او ثلاثية الكروموسوم trisomics.

هذا وقد استعملت المزارع الخلوية على نطاق واسع لغرض انتخاب التراكيب الوراثية المرغوب فيها. يمكن اضافة المواد الكيميائية او نواتج الأيض الى الوسط كعوامل انتخابية لازالة خلايا حساسة والابقاء على الخلايا المقاومة. والجدول ٢٠ – ٢ يوضح النباتات التي تم اشتقاقها بعد المعاملة بعوامل انتخابية معينة في المزارع الخلوية.

جدول ٢٠ - ٢ : أشكال المتغايرات لنباتات المحاصيل المنتخبة من خلال المزارع خارج الكائن الحي.

النبات	العامل الانتخابي	النبات	العامل الانتخابي
الجت	Nacl	القصب السكري	الأمراض
الجزر	مشابهات الحامض الاميني	التبغ	الأمراض
الداتورة	Aminoptrin		مبيدات الادغال
الذرة الصفراء	الأمراض		Nacl
الفلفل	Nacl		البرودة
البتونيا	Streptomycin		مشابهات الحامض الاميني
البطاطا	مشابهات الحامض الاميني		المضادات الحيوية
الرز	مشابهات الحامض الاميني		المبيدات الفطرية
	و Nacl	الطماطة	الالمنيوم
		البرسيم الابيض	مبيدات الادغال

Ladd and Paule (1983).

زراعة الأجنة :

كانت زراعة الأنسجة من الاستخدامات الأولى لتقنية التنمية خارج الكائن الحي في تربية النبات واستعملت في العديد من الحالات للحصول على الهجن بين الأجناس والأنواع. عند زراعة الأجنة يتم قص الجنين من الحبة اثناء نموها بعد أيام قليلة من الاخصاب ويزرع على وسط سائل او صلب تحت ظروف مسيطر عليها بهدف انتاج بادرات نباتية يمكن نقلها الى التربة لانتاج نبات ناضج.

زراعة الأجنة تقنية مفيدة لانقاذ الأجنة بعد التزاوج الجنسي بين الأنواع أو الأجناس البعيدة عن بعضها البعض والتي تفشل فيها الأجنة الهجينة اي تجهض. ان وجود اثنين من الجينومات غير المتوافقة ينتج عنه تعثر في الدورة التطورية للجنين.

ومن العوامل المهمة فقدان الاندوسبرم Endosperm أو التغذية غير الكاملة للجنين. واذا ما تم قص الجنين قبل اجهاضه ووضع على وسط زرعي ملائم فانه لايمكن للمواد الغذائية الموجودة في الوسط ان تسمح في تطور الأجنة.

تشمل ظروف المزرعة على تحضين لفترة ٢ - ٤ أسابيع في الظلام الكامل عند درجة حرارة ٢٠°م او أقل يتبعها تحضين لفترة قصيرة فوق ٢٠°م مع التعريض للضوء وبعدها ينقل الجنين النامي الى وسط صلب لتسريع نمو الجذور والسيقان. وبعد تطور السيقان والجذور بشكل كاف يمكن نقل النبات الى التربة تحت ظروف رطوبة عالية ودرجة حرارة معتدلة حتى ينمو النبات كاملا.

يحتوي وسط مزرعة الأجنة على أملاح غير عضوية مثل ، سكروز،وفيتامينات،واحماض أمينية وهورمونات وحليب جوز الهند. تحتاج الأجنة الصغيرة الى وسط أعقد مقارنة بالأجنة الأقدم Ladd and Paule (1983).

زراعة المتوك وحبوب اللقاح

Anther and Pollen culture

تستعمل مزارع المتوك وحبوب اللقاح لانتاج النباتات الأحادية المجموعة الكروموسومية monoploid. وعلى الرغم من امكانية الحصول على الطفرات بسهولة من الخلايا المزروعة فان العديد من الطفرات تكون متنحية ولذلك لايمكن كشفها بسبب كون الخلايا الثنائية المجموعة الكروموسومية او متضاعفة المجموعة الكروموسومية. يمكن الحصول على النباتات الاحادية المجموعة الكروموسومية عن طريق زراعة المتوك للنبات الثنائي المجموعة الكروموسومية والذي يسمح بالتعبير المباشر للطفرات المتنحية. اما بالنسبة للنباتات المنتجة من خلال مزارع المتوك للنباتات المتضاعفة فهي ليست احادية المجموعة الكروموسومية بشكل حقيقي وبذلك لا تسمح بالتعبير المباشر للطفرات ولكن مزارع المتوك تبسط عملية كشفها.

الاستعمال الثاني لمزارع المتوك وحبوب اللقاح هو انتاج نباتات ثنائية المجموعة الكروموسومية أصيلة تماما عن طريق مضاعفة العدد الكروموسومي للنباتات الأحادية المجموعة في النظام المزرعي.

توجد النباتات الأحادية المجموعة الكروموسومية بتكرار واطئ خارج النظام المزرعي وان القدرة على انتاجها بتكرارات عالية يعد تقدما كبيرا لمربي المحاصيل. وقد امكن انتاج النباتات الأحادية المجموعة الكروموسومية خارج الكائن الحي في حوالي ٧٩ نوع

Schaefter *et al.* (1979) ويجب التأكد من إن النباتات المنتجة ذات عدد احادي المجموعة والذي يمكن التوثق منه بالعد الكروموسومي لكل مزرعة او نبات.

تكون زراعة المتوك بسيطة نسبيا في بعض الأنواع كالتبغ ولكنها صعبة جدا في أنواع اخرى وان النجاح في ذلك قد يعتمد على الصنف المستعمل، فبعض أصناف الحنطة تنتج مجاميع احادية المجموعة بينما لاتنتج اصنافٌ أخرى. وللحصول على أفضل نباتات احادية المجموعة يجب مراعاة:

(١) توفير أفضل الظروف للصنف او النوع
(٢) المرحلة المناسبة لتطور حبة اللقاح microspore
(٣) التكوين المناسب للوسط
(٤) المعاملة المسبقة للمتك
(٥) مصدر وظروف وعمر النبات المأخوذ من المتك.

وقد امكن الحصول على سلالات نقية في جيل مفرد واحد عن طريق مضاعفة العدد الكروموسومي للنبات ذي المجموعة الكروموسومية الواحدة. ومقارنة بالطرق القياسية للتربية فان على مربي النبات ان يخصب النبات ذاتيا لعدة أجيال قبل الوصول الى مستوى مقنع من الأصالة الوراثية. كذلك فان التلقيح الذاتي قد يواجه انخفاضا نتيجة التربية الداخلية في المحاصيل الخلطية التلقيح مثل الذرة الصفراء وهذا يعيق من استعادة السلالات الأصيلة بطرق التربية الاعتيادية. وقد استعملت الطريقة في الذرة الصفراء لغرض الحصول على السلالات النقية خلال الخمسينات ولكن من الصعوبة الحصول على سلالات مفيدة بسبب المشاكل المرافقة لاختبار السلالات المشتقة.

ومن الشائع عدم الاستقرار الوراثي في مزارع المتوك. وبصورة عامة كلما كان وقت الاستنباط للسلالة الخلوية طويلا كان عدم الاستقرار كبيرا. ومن الضروري العمل على ضبط الظروف البيئية التي تساعد في الاستقرار الوراثي للمتغايرات المنتخبة من المزارع. هذا وقد أشار Collins (1977) الى انتخاب سلالات متفوقة في التبغ.

استعمالات زراعة الأجنة:

تم استعمال زراعة الأجنة لانتاج الهجن في أنواع عدة مثل البرسيم (بين الأنواع الرباعية والثنائية) كذلك أجنة الحنطة الهجين (Schaefter et al, 1979) وفي القطن والفاصوليا والزنبق كذلك بين الاجناس للحنطة × الشعير.

فضلاً عن ذلك فان زراعة الأجنة تسمح في انتاج بعض الهجن التي لا يمكن انتاجها بطرق اخرى. كذلك تعطي الفرصة لدراسة سكون البذور والتغلب عليه. ان ازالة الأجنة من بيئته الطبيعية ضمن البذرة سيتغلب على المنع الناشيء من غلاف البذرة. كذلك يمكن اضافة الهورمونات والانزيمات وغيرها من المواد الكيمياوية الى الوسط والتي تشجع التغيرات الكيميائية ضمن الجنين وبذلك تمنع نواتج الأيض التي تؤدي الى السكون.

البروتوبلاست : Protoplast

وضح علماء الاحياء الدقيقة اتحاد خلايا الكائنات الحية الوحيدة الخلية كذلك أنتج علماء الحيوان دمجاً في خلايا حيوانية. في النبات تختلف الحالة فان وجود غلاف الخلية الصلب يجعل من دمج الخلايا النباتية عملية صعبة حيث ان بقاء جدار الخلية كاملاً سيمنع الدمج الخلوي تماماً. ان الجدار الخلوي يمنع من أخذ الحامض النووي DNA ، البلازميدات والعضيات الخلوية والبكتريا وهذه مسألة ظاهرة للباحث الذي يحاول اجراء اتحادات جديدة على المستوى الجزيئي.

وعلى الرغم من أنه تم الحصول على البروتوبلاست من جميع اجزاء النبات تقريباً الا ان خلايا الطبقة الوسطى للورقة الميزوفيل mesophyll والخلايا من المزارع المعلقة اكثرها فائدة. لازالة الجدار الخلوي عادة تعرض الخلايا انزيمات التحلل المائي Hydrolytic Enzymes والتي تحلل مادة الجدار الخلوي. وبازالة الجدار الخلوي فانه تجب المحافظة على البروتوبلاست تحت ظروف مسيطر عليها.

يحتاج البروتوبلاست الى وسط زرعي وظروف بيئية مشابهة لمزارع الخلايا العالقة. ولمنع تمزق الخلايا العارية (بدون أغلفة) فانه يجب الاهتمام بالضغط الازموزي للوسط. الاحتياجات الخاصة لجني البروتوبلاست والنمو تختلف من نوع لآخر ومن صنف لآخر. وربما يعتمد الحاصل والنشاط والحيوية للبروتوبلاست على الظروف التي نمى فيها النبات الاصلي.

ولا يزال موضوع البروتوبلاست في مراحله الاولى ولكنه يبشر بنجاحات في عدة حقول فعلى سبيل المثال يمكن ادخال البكتريا في البروتوبلاست لدراسة التداخل بين البكتريا وخلايا النبات. تعود مثل هذه الدراسات الى تطوير علاقة تعايشية وتثبيت للنتروجين في المحاصيل غير البقولية. كذلك فان البروتوبلاست أداة ملائمة للتغيير الوراثي أو العضيات

Organelle فعلى سبيل المثال يمكن ادخال الحامض النووي DNA ، البلازميدات والكلوروبلاست والميتوكوندريا الى داخل البروتوبلاست لدراسة التغيرات الوراثية . ويمكن تعريض الخلية الناتجة عن السموم أو مشابهات السموم لغرض انتخاب المتغايرات الوراثية .

الدمج النووي : Nuclear fusion

ان التهجينات بين الأنواع أو التراكيب الوراثية غالباً ما تكون غير ناجحة حيث لا تتم عملية الاخصاب أو كون الجنين الناتج غير حي . ان التهجين الجسمي Somatic hybridization أو التهجين اللاجنسي يستخدم البروتوبلاست بشكل مفيد لتحقيق هذه الغاية . وعلى سبيل المثال يمكن ان يقود التهجين بين الذرة البيضاء والقصب السكري الى جعل انتاج السكر ممكناً في المناطق الجافة اذا ما تم الحصول على التهجين الجسمي بين المحصولين.

يمكن خلط البروتوبلاست من محصولين وهو ما يبقى من الخلية بعد ازالة الجدار الخلوي وجعلها تتحد بعد معاملة خاصة . فضلاً عن ذلك تتحد أحياناً الأنوية مما يوجد المعلومات الوراثية لكل أب في خلية واحدة . وبهذا يوفر الدمج النووي امكانية جمع المعلومات الوراثية من آباء متباعدة من خلال عملية التهجين الجسمي .

تم دراسة التهجين الجسمي في العديد من التهجينات بين أنواع التبغ الذي يمكن انتاجها بعمليات التربية الاعتيادية . وقد دلت المقارنة على الأساس المظهري بين النسل الاعتيادي والهجين الجسمي على الدمج النووي . وكان العدد الكروموسومي للهجن المتكونة من الدمج النووي مكافئاً للمتضاعف الثنائي في التقنيات الاعتيادية ولكن في بعض الأحيان تكون أعلى من المتوقع مما يشير الى حصول دمج نووي ثلاثي (Welsh, 1981). يمكن انتخاب الخلايا الهجينة من الخليط بتغيير الوسط الغذائي بحيث يلائم نمو الخلايا الهجينة للآباء . وقد استخدم Carlson وجماعته (1972) احتياجات النمو المختلفة للهجين للتخلص من بروتوبلاست الآباء . والبعض الآخر يستخدم العقاقير ومشابهاتها لانتخاب البروتوبلاست الهجين او المعلمات الوراثية (كنقص الكلوروفيل) للتعرف المباشر لخلايا الهجين.

يوضح الجدول ٢٠ – ٣ الهجن بين الاجناس والأنواع والتي تحققت من خلال دمج البروتوبلاست .

الجدول ٢٠ - ٣ : الهجن بين الأجناس والأنواع المنتجة من خلال الدمج النووي

الهجن بين الأجناس

الجزر× أجيبوديوم	فول الصويا× الجت
الجزر× الشعير	فول الصويا× الشعير
الجزر× البيتونيا	فول الصويا× الذرة الصفراء
الجزر× التبغ	فول الصويا× Meadow safron
الذرة الصفراء× الشوفان	فول الصويا× البزاليا
الذرة الصفراء× الذرة البيضاء	فول الصويا× السلجم
البيتونيا× فاصوليا فافا	فول الصويا× التبغ
البيتونيا× Parthenocissus	الطماطة× البطاطا

الهجن بين الأنواع

Docus carota × *Docus capillifolius*
Dotura innoxia × *Datora discolor*
Datura innoxia × *Datora stramonium*
Nicotiana glauca × *Nicotiana longsdorffii*
Nicotiana sylvestris × *Nicotiana Knightiana*
Nicotiana tabacum × *Nicotiana sylvestris*
Nicotiana tabacum × *Nicotiana debneyi*
Nicotiana tabacum × *Nicotiana glauca*
Petunia hybride × *Petuma parodii*
PP 138 (1) S. L. Ladd and M. R. Paule :

يتطلب ازالة الجدار الخلوي ونمو النبات من البروتوبلاست الهجين تحويرات في وسط الزرع وظروف النمو. ان ظروف تشجيع نمو النبات من البروتوبلاست مماثلة لتلك المستعملة في الكالس. من أوليات نمو النبات من البروتوبلاست هو البدء بالانقسام الخلوي. فالجدول ٢٠ - ٤ يوضح أنواع المحاصيل التي تم فيها عزل البروتوبلاست وزراعته.

جدول ٢٠ – ٤ : أنواع المحاصيل التي تم فصل وزرع البروتوبلاست منها

الجت	القطن	البزاليا	الذرة البيضاء
الاسبركس	الخيار	الدخن	فول الصويا
الشعير	الداتورة	البيتونيا	البنجر السكري
الفاصوليا	الكتان	البطاطا	القصب السكري
بيلادونا	العنب	السلجم	التبغ
الجزر	الكلم	الرز	الطماطة
كازافا	الذرة الصفراء	الورد	الحنطة
	البرتقال		

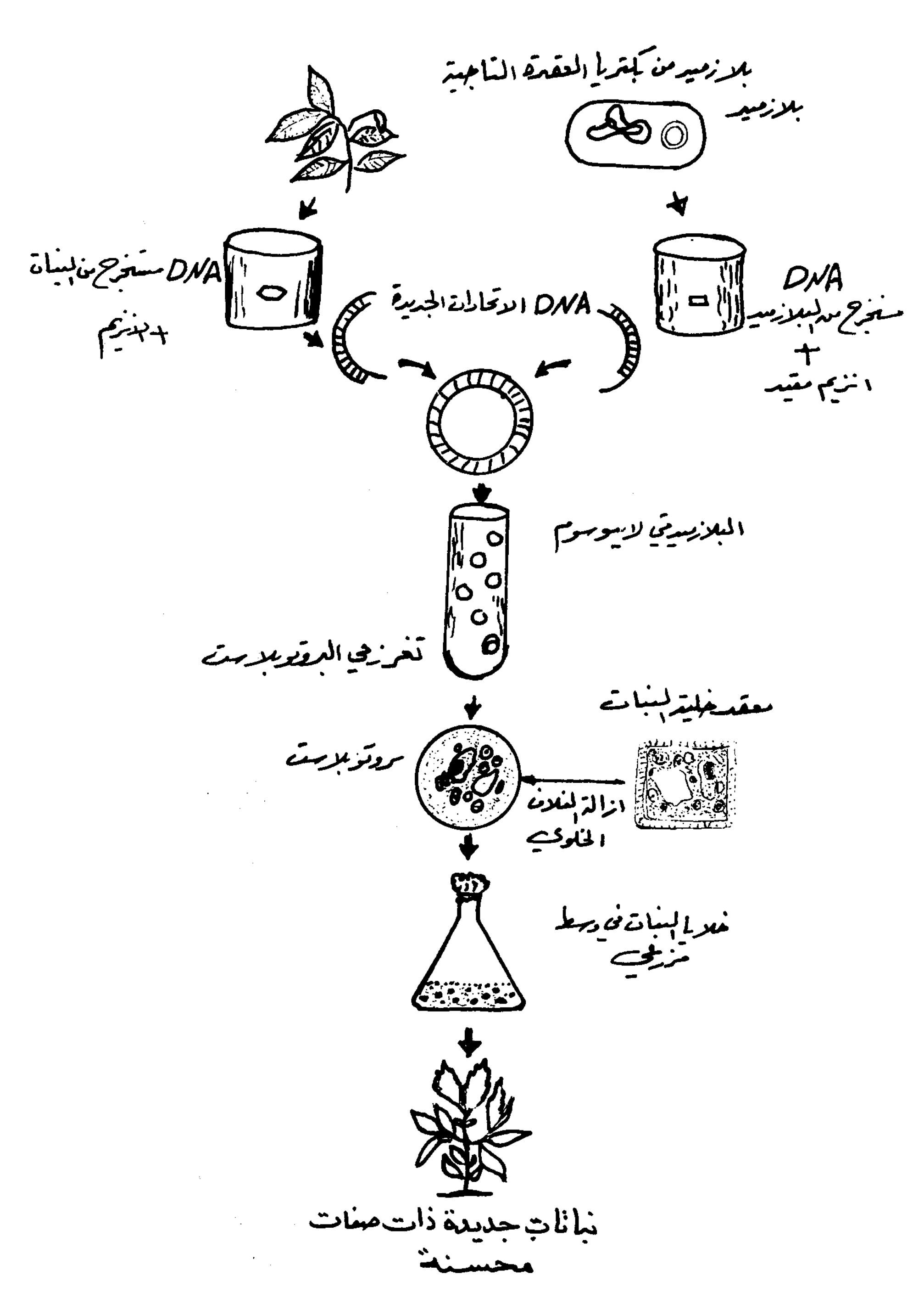
محور عن : PP-139 (1) S.L. Ladd and M. R. Paule

الطرق الجزيئية لتغيير التركيب الوراثي للنبات :

في جميع الطرق التي تمت مناقشتها لحد الآن يعتمد انتاج مظهراً مرغوب فيه لخلايا النبات او جميع النبات على التغيير العشوائي للتركيب الوراثي للخلية المزروعة وبرنامج طويل للانتخاب . ولكن ماذا يحصل عندما يتم عزل جين معين ذي تأثير بارز يمكن تحويره بشكل مناسب في المختبر ثم وضعه في النبات ليعطي المظهر المطلوب ؟
رغم ان هذا كان حلما حتى العقد الماضي الا ان التقنيات الضرورية للحصول على مثل هذه النتائج متوفرة حالياً . يدعى هذا النشاط بالهندسة الوراثية genetic engineering او بالاحرى الهندسة الوراثية الجزيئية molecular genetic engineering وهذه تشمل تقنيات عزل الجين بطرق DNA الاتحادات الجديدة بعدها تحوير الجين بتقنيات التطفير خارج الكائن الحي ثم ادخاله مرة اخرى الى النبات وتمييز التركيب الوراثي المتغير.

طرق DNA الاتحادات الجديدة :

تستند تقنية DNA الاتحادات الجديدة على القدرة على تجزئة ثم ربط شظايا الحامض النووي DNA من مصادر مختلفة (شكل ٢٠ – ١). يجب ان تحمل احدى هذه الشظايا وهي الناقل Vector على معلومات مناسبة بحيث تسمح للحامض النووي



شكل ٢٠ - ١ خطوات الهندسة الوراثية الجزيئية لتحسين أصناف المحاصيل (عن Ladd and Paule 1983 ص 140)

DNA للتضاعف داخل خلية العائل . يدخل DNA الاتحادات الجديدة الى خلية العائل حيث تصبح جزء من التكوين الوراثي للخلية ونسلها . وفي العديد من الحالات اذا ما احتوى DNA الاتحادات الجديدة على جين كامل فانه سيظهر وان تنظيم ظهوره كما لو كان جزءاً من التركيب الوراثي للخلية الأصلية . وبهذه الطريقة يمكن تغيير المظهر الخارجي للخلية المستقبلة التي تلبي هدف تحسين المحصول .

وصل الجين : Splicing

ان العقدة في تقنية الاتحادات الجديدة وهو وصل Splicing شظايا DNA وهناك طرق عدة تستخدم لهذا الغرض . : (١) وصل الشظايا ذات النهايات اللزجة والمنتجة بفعل انزيم محدد الاندونيوكلييز restriction Endonuclease (٢) وصل النهايات المثلومة blunt end (٣) الروابط الصناعية Synthetic linker

(٤) التذييل الصناعي . Synthetic tailing

يجب ان نتعرف أولاً بعزل جزيئة الحامض النووي DNA التي تحتوي على الجين الحامل لمعلومات وراثية مناسبة للنقل . لذلك فان الخطوة الاولى لاجراء تجارب الاتحادات الجديدة هو انتاج شظايا من DNA باستعمال انزيم restriction edonuclease تكون هذه الانزيمات مجموعة كبيرة عزلت من الخلايا البكتيرية .

تقوم هذه الانزيمات بفصل العمود الفقري المكون من آصرة Phosphodiester للحامض النووي DNA في مواضع معينة يتحدد موقعها بتوالي معين من القواعد في الـ DNA . عادة تكفي متوالية من ٤ – ٦ قواعد ليتعرف الأنزيم عليها ويقوم الأنزيم بالقطع عندها . يعرف أكبر من ٢٠٠ انزيم من هذه الانزيمات وبأكثر من ١٠٠ من مواقع التمييز. تتوزع هذه المواضع بشكل عشوائي على جزيئة الحامض النووي . ومراراً ما يمكن الحصول على انزيم مقيد ينتج شظية كاملة من DNA تحتوي الجين المدروس . احياناً نحتاج الى توافقات من عدة انزيمات مفيدة للحصول على الشظية المطلوبة .

لصق النهايات اللزجة :

عندما يقوم الأنزيم المقيد بقطع جزيئة اللولب المزدوج للـ DNA فان العديد منها يقوم بقطع متدرجة Staggered cuts في الشريطين منتجاً امتدادات قصيرة ذات شريط مفرد

على شظايا الـ DNA . وحيث ان هذه الامتدادات المفردة من شظيتين الـ DNA (على أساس ازدواج القواعد لواتسون وكريك) فانها تلتصق معاً ولتعيد تشكيل جزيئة طويلة من الـ DNA وتحتوي على كسور في آصرة الـ Phosphodiester تدعى بالثلمات nicks. تدعى هذه الانماط بالنهايات اللزجة (شكل ٢٠ - ٢).

ATGCTAGAATTCGCTCCGAATTCGT
TACGATCACTTAAGCGATCAGGCTTAAGCA

DNA Ligase + ATP ↑ ↓ restriction endonucleease

ATGCTAGTG AATTCGCTAGTCCG AATTCGT

TACGATCACTTAA GCGATCAGGCTTAA GCA

شكل ٢٠ - ٢ . فعل الانزيمات المقيدة Restriction Endonuclease واللايكيز Ligase على الحامض النووي DNA. الأشرطة غير المقترنة تكون ذات نهايات لزجة
(عن Ladd and Paule, 1983 ص 141).

ويتحدد توالي القواعد في الامتداد المفرد بتوالي التميز لأنزيم الاندونيوكليز المستعمل في انتاج الشظية وليس بالقطع في DNA الأصل. لذلك فاذا انتجت شظيتين للـ DNA من نوعين مختلفين بنفس الأنزيم المقيد فان بالامكان وصل الـ DNA من النوعين وذلك بترك النهايات اللزجة للترافق عن طريق ازدواج القواعد. ويمكن اصلاح الثلمتين بواسطة أنزيم يدعى اللاكيز DNA Ligase وبذلك نحصل على جزيئة واحدة من DNA (شكل ٢٠ - ٢). وعندما تستطيع جزيئة الـ DNA الموصولة ان تتضاعف في خلية العائل عندها تدعى بجزيئات الاتحادات الجديدة للـ DNA Recombinant DNA molecules.

وصل النهايات المثلومة : Blunt End Ligation

الطريقة الثابتة لوصل القطع تعتمد على امكانية اللايكيز DNA- ligase ان يربط اثنان من شظايا ال DNA حتى وان كانت نهاياتها مثلومة (أي لا توجد امتدادات الشريط المفرد). على كل حال فان الكفاءة تكون أكبر بعشرة أضعاف عند وجود النهايات اللزجة.

الروابط الاصطناعية : Synthetic linkers

وهذا تغيير للطريقة السابقة التي تشمل وصل النهايات المثلومة للشظايا بجزيئة DNA رابطة مصنعة كيميائياً. ويمكن زيادة كفاءة التفاعل باستعمال زيادة من الروابط. ويختار توالي القواعد في الروابط بحيث يمكن بعد وصلها الى شظايا DNA ان تقص باستخدام انزيم الاندونيوكليز المناسب لانتاج نهايات لزجة من طرف لآخر والذي يعمل بكفاءة أكبر في تفاعلات الوصل اللاحقة.

التذييل الاصطناعي : Synthetic tailing

يمكن اضافة بوليمر خاص hopopolymer ومكمل (وهو بوليمر مؤلف من نوع واحد من النيوكليوتايد) الى أطراف اثنين من قطع ال DNA المطلوب ربطها باستعمال انزيم terminal transferase . يستعمل هذا الانزيم مركب nucleoside triphosphates لتطويل احد أشرطة ال DNA في النهاية المثلومة. فعلى سبيل المثال يمكن اضافة البوليمر الخاص للجوانين (G) الى احدى الشظايا وبوليمر السايتوسين (C) الى الشريط الآخر. وحيث ان الجوانين والسايتوسين يزدوجان حسب قاعدة واتسون- كريك فان هذه النهايات تكون لزجة احدها نحو الآخر ويمكن وصلها بكفاءة لتكوين جزيئة الاتحادات الجديدة.

النواقل : Vector

استخدمت أولى تجارب الاتحادات الجديدة للحامض النووي DNA بلازميد البكتريا Plasmid كناقل والخلايا البكتيرية كعائل. البلازميدات عبارة عن جزيئات صغيرة من DNA دائرية وتتضاعف ذاتياً في الخلية البكتيرية. تحمل البلازميدات جيناً واحداً أو أكثر تحمل المقاومة الى المضادات الحيوية لخلايا العائل. وفي تجارب الاتحادات

الجديدة للحامض النووي DNA يستطيع بلازميد الاتحادات الجديدة التضاعف في الخلية البكتيرية وتظهر جين المقاومة للمضادات الحيوية المحمول في حامضها النووي. ويسمح هذا الظهور في المقاومة للمضادات الحيوية في الانتخاب للخلايا التي تحمل البلازميد عندما يستعمل المضاد الحيوي الملائم لقتل الخلايا التي لا تحمل البلازميد. الانتخاب مهم جداً بسبب ان ١ : ١٠^٣ الى ١ : ١٠^٦ من الخلايا التي تستطيع اخذ الاتحادات الجديدة للحامض النووي (أي تتحول transformed). ففي أنظمة النبات هناك شكلان من DNA تبدو واعدة للاستعمال كنواقل: الأول ذات أصل فيروسي من فيروسات النبات والبلازميدات من البكتريا المرضية Agrobacterium

فيروسات النبات : Plant viruses

رغم ان جميع فيروسات النبات لها حامض نووي من النوع RNA وليس DNA كمادة وراثية وليست مفيدة كنواقل في تجارب الاتحادات الجديدة للحامض النووي الا ان لبعضها جينومات DNA ذات شريط مزدوج. وتستطيع ان تعمل كنواقل. وعلى سبيل المثال الحامض النووي DNA لفيروس القرنابيط المبرقش يمكن ان يسبب الاصابة وانتاج جسيمات الفايرس عندما تدلك على أوراق حساسة. ويمكن وصل شظايا DNA اضافية ويطول حتى طول (٢٥٠) زوجاً من القواعد مع DNA الفايرس واكثارها على أوراق النبات. ان هذه المحدودية في قدرة الفايرس على تحمل قطعة DNA اضافية تحد من استعماله كناقل. ويمكن ان تقود عملية اعادة تركيب DNA الفايرس بطرق الاتحادات الجديدة الى شكل أكثر ملائمة لحمل جين كامل. ويمكن التغلب على مشاكل مماثلة لاستعمال الفيروسات البكتيرية كنواقل. وهناك مشكلة اخرى أكثر خطورة وهي امكانية بقاء DNA الفيروس الناقل في سايتوبلازم الخلية للتضاعف والنشاط. واذا لم ينقل الى النواة ويتحد مع DNA الكروموسوم في خلية النبات فانه من غير المحتمل ادخال صفات موروثة الى النبات.

بلازميد التضخم التاجي : Crown Gall Plasmid

تسبب البكتريا *Agrobacterium tumefaciens.* وأقرباؤها مرض التضخم التاجي في النبات بنقل بلازميد يسبب الورم وهو بلازميد Ti الى الخلية النباتية. تدمج قطعة معينة من بلازميد Ti وهي T-DNA في DNA نواة النبات العائل التي تورث كجزء من التركيب الوراثي لخلية النبات المتحولة. ويتم التعبير عن الجينات الموجودة في T-DNA

ومن بين اشياء اخرى تحفز هذه الجينات الخلايا النباتية للنمو بسرعة (وهو نوع من سرطان النبات). ويمكن انتخاب الخلايا من مزارع الكالس أو أقراص جذرية متحولة بهذه الطريقة، عن طريق قدرتها على النمو من دون اضافة الهورمونات ان القدرة الانتخابية للخلايا المتحولة هي احدى المواصفات الحرجة والمطلوبة في ناقل الحامض النووي DNA. ويفترض التعبير عن الـ DNA الغريب والمغروز في مناطق من الـ T. DNA وبذلك يغير من التركيب الوراثي للخلية النباتية بالاتجاه المرغوب فيه. والابحاث جارية عن المناطق في T- DNA ويمكن ان يستعاض عنها بـ DNA غريب. ويظهر أنه لا توجد حدود عملية لحجم شظايا DNA يمكن ادخالها في بلازميد Ti. فقد ادمج جينات يبلغ اطوالها حتى ٤٠,٠٠٠ زوج من القواعد. التحديد في استعمال بكتريا *A. tumefacienc* هو في عدم قدرتها على اصابة النباتات ذات الفلقة الواحدة. ويمكن هندسة هذه الصفة خارج الكائن و T- DNA باستخدام المعالجة الوراثية المناسبة.

التحول: Transformation

وهي تتضمن عملية ادخال الحامض النووي DNA في الخلية النباتية ويمثل الخطوة التالية في الهندسة الوراثية الجزيئية. يمكن للبروتوبلاست المحضر بصورة طازجة للخلايا النباتية ان يأخذ الـ DNA بشكل فعال من الوسط المحيط به. ويمكن تنشيط هذه العملية باضافة مواد Polycation (مثل diethylaminoethyl-dextran أو Poly-L- lysine أو Poly -L- orinithin. لذلك يمكن مزج البروتوبلاست مع تحضيرات لـ DNA الاتحادات الجديدة ويشمل الـ DNA المبني باستعمال نواقل ملائمة للاكثار والانتخاب في الخلايا البكتيرية فان بعض الخلايا النباتية ستكسب الـ DNA.

احدى المشاكل المتعلقة بالطريقة السابقة هي وجود الانزيمات التي تحلل الحامض النووي DNA في الوسط المحيط بالبروتوبلاست. وفي بعض أنواع النبات يتم تحلل الحامض النووي DNA في الوسط المحيط بالبروتوبلاست. وفي بعض أنواع النبات يتم تحلل الحامض النووي الطليق والمدخل الى الوسط بسرعة بحيث تختزل كفاءة أخذ الحامض النووي DNA ولمنع مثل هذا التحلل فانه يمكن تعبئة الحامض النووي DNA قبل ادخاله الى الوسط. فعلى سبيل المثال يمكن تغليف الحامض النووي ببروتينات معينة يكون عملها الاعتيادي حماية الحامض النووي DNA للفايرس (مثل بروتين الرأس Capsid protein لفيروس موزائيك التبغ). طريقة اخرى يمكن ترك الحامض النووي للاتحادات الجديدة داخل الخلية البكتيرية العائلة والتي يتم تحويلها الى بروتوبلاست بالمعاملة

بانزيمات محللة lysozyme treatment. ويمكن لهذا البروتوبلاست البكتيري الاندماج مع البروتوبلاست النباتي. بحيث يختلط السايتوبلازم للخليتين وبذلك يدخل DNA الاتحادات الجديدة في الخلية النباتية دون ملامسة الوسط خارج الخلية extracellular medium.

ولذلك وعلى الرغم من الصعوبات التقنية في ادخال الأحماض النووية DNA في الخلايا النباتية يمكن استعمال البروتوبلاست بصورة مؤثرة لانتاج خلايا نباتية ذات تركيب وراثي آخر. ويمكن استعمال هذه الخلايا لتوليد نباتات ذات تركيب وراثي آخر (Kleinhofs, Kado 1980).

المشاكل والحلول المقترحة:

تناولنا في الفقرات السابقة ميكانيكية ادخال الجينات الجديدة في الخلايا النباتية هناك خطوات اضافية اخرى تساهم في التعبير الصحيح وعلى الجين بعد ادخاله للخلية. ويمكن ان تنشأ المشاكل في أي من الخطوات التالية.

١. التكرار: Replication

بعد ادخال الحامض النووي DNA في جينيوم خلية النبات العائل فانه يجب ان يتكرر بحيث تستلم كل خلية بنتية نسخ من الجين الجديد. ففي خلايا الكائنات ذات النواة الحقيقية Eükatyotes تبدأ كل جولة من تكرار الحامض النووي DNA في عدد كبير من المواضع ضمن كل كروموسوم. تدعى هذه المواضع بمناشيء التكرار replication origins وهي عبارة عن متواليات معينة ضمن الحامض النووي DNA. تختلف هذه المتواليات قليلا في كل نوع. بحيث ان المناشيء من بعض الأنواع (مثل تلك الموجودة في جينات عزلت من البكتريا) غير فعالة في الحامض النووي DNA للنبات. وقد يؤدي هذا الى تكرار شاذ لقطعة الـ DNA المغروزة. من الممكن الحصول على تكرار اعتيادي من مناشيء نباتية بعد قطعة DNA المغروزة.

٢. التعبير الجيني Gene expression

يحتاج تحويل المعلومات الوراثية الموجودة في الحامض النووي للخلية الى بروتين فعال ووجود عدد من متواليات القواعد الخاصة. تشترك هذه المتواليات وبدرجات متفاوتة في تمييز الانزيمات التي تنتج نسخة من الحامض النووي الرينبوزي RNA من متواليات

الحامض النووي DNA وذلك بواسطة انزيمات تعمل على المستنسخ الأولي Primarytranscript للحامض الريبوزي RNA وتحوله الى RNA ناضج وفعال ، كذلك البروتينات التي تشترك في ترجمة المعلومات التي يحملها الحامض الريبوزي الى متوالية بروتينية . تحتاج كل من هذه العمليات متوالية تعرف خاصة موجودة على الـ DNA ولم يتضح للآن ان كانت هذه الاشارات متماثلة في جميع الأنواع .

٣. التنظيم الجيني : Gene Regulation

ان فهم كيفية تنظيم التعبير الجيني مهم في استخدام الاتحادات الجديدة الوراثية على المستوى الجزيئي . وفي الواقع فان تنظيم التعبير الجيني مفهوم بشكل قليل جدا في النباتات والحيوانات الراقية . يجب ان يعبر عن الجين في النسيج الملائم . فالجينات التي تنتج اصباغا في عملية التركيب الضوئي لها فائدة قليلة في خلايا الجذر التي نادرا ماترى الضوء .

٤ . التعبير المظهري : Phenotypic expression

وهذه احدى المشاكل التي من الصعب حلها . فالبروتينات تعمل في بيئة معينة وعندما تعاد زراعتها في بيئة جديدة قد لاتعمل بصورة فعالة . فعلى سبيل المثال يحوّل معقد الأنزيم الذي يثبت النتروجين الجوي للبكتريا التعايشية الرايزوبيوم Rhizobium في البقوليات غاز النتروجين الجوي الى أمونيا وهو شكل يستفيد منه النبات . احد اهداف مهندسي الوراثة هو اختزال الحاجة الى الأسمدة النتروجينية بادخال معقد الجين الى النباتات غير البقولية . ولسوء الحظ فان احد الانزيمات في المعقد حساس جدا لوجود الأوكسجين ويعمل فقط في جو لاهوائي كالذي يتوفر في العقد الجذرية للنباتات البقولية . لذلك فان ادخال جينات هذا الانزيم في النبات لايعطي النتائج المرغوب فيها لتثبيت النتروجين مالم تتم حماية هذا الانزيم . ان حل هذه المشاكل يتطلب الحصول على معلومات أساسية حول نشاط الخلية النباتية .

وحيث ان أساس مشاكل عمل الجين والتعبير عنه يقع في متوالية النيوكليوتايد والتي يمكن حلها عن طريق تغيير الجين قبل ادخاله الى الخلية النباتية فأنه تتوفر تقنيات جديدة تسمح في احداث تغيرات في متوالية الحامض النووي DNA بصورة سهلة ودقيقة .

٥ . متوالية الحفاز : Promoter sequence

تتضمن الخطوة الأولى في التعبير عن الجين تصنيع نسخة من الحامض النووي الريبوزي RNA من الحامض النووي DNA . ان بداية ونهاية قطعة الحامض النووي DNA المطلوب نسخها تعين بمتواليات معينة لل DNA وهي متوالية الحفاز Promoter والمنهي terminator على التوالي . كذلك توجد في منطقة الحفاز متوالية قصيرة (ربما يكون طولها أقل من ١٠٠ قاعدة) تعمل كمنطقة لتنظيم التعبير عن الجين. ومن دون هذه المتواليات فاما لايمكن التعبير عن هذا الجين تماما او يعبر عنه بشكل شاذ وغير مسيطر عليه . وليس بالضرورة ان تحمل الجينات الداخلة الى الخلية بتقنيات الاتحادات الجديدة للحامض النووي DNA متواليات مناسبة للحفاز والمنهي معها. ولكن يمكن استعادة هذه المتواليات من الجينات التي يعرف انها تعمل بشكل مناسب في النبات العائل . فالجين الذي يفتقر الى حفاز فعال يمكن غرزه بعد حفاز العائل downstream ويعني هذا المصطلح الاتجاه الذي يحصل به استنساخ الحامض النووي DNA الى الحامض الريبوزي RNA . وسيتم استنساخ الجين المغروز عندما يبدأ حفاز العائل عملية الاستنساخ في جينات العائل المرافقة .

٦ . متواليات التنظيم : Regulatory Sequence

كلما حصل المزيد من المعلومات حول عمل متواليات المنظم فان بالامكان الحاق متواليات التنظيم المناسبة للجين المغروز. فعلى سبيل المثال الحاق أوبيرون اللاكتوز (lac) lactose operon الذي يسيطر على منطقة من الجينات المكلونة من بكتريا القولون *E. Coli* . وتم التعبير عن الجين المغروز تحت الظروف التي يعبر عنه أي عندما يضاف اللاكتوز الى وسط النمو للخلايا .

٧ . الجينات المصنعة كيميائيا :

ويعني تصنيع الجينات وفق متواليات معينة لل DNA كيميائيا . وتتوفر طرق بسيطة لتصنيع أي متوالية قصيرة للحامض النووي DNA اما في أنبوبة اختبار بطرق كيميائية تقليدية أو اوتوماتيكيا باستعمال ماكنة تدعى مصنعة الحامض النووي DNA Synth-) DNA (esizer . فيمكن صناعة جزيئات تحتوي على متواليات الحفاز أو المنظمة او مناطق محورة من متواليات الجين وحتى جين كامل . ويمكن استعمال شظايا الـ DNA هذه محل

الشظايا غير المرغوب فيها في الجينات المعزولة لانتاج جين مصمماً ليعمل وفق نمط خاص. أحد الأمثلة الشائعة هو الحاق متوالية DNA مصنعة للهورمون البشري Somatostatin (وهو هورمون مهم يعمل على منع افراز هورمون النمو) الى نهاية أول جين في أوبيرون اللاكتوز lac في بكتريا القولون. ويعمل هذا الجين في بكتريا القولون مادام سكر اللاكتوز موجودا في الوسط وينتج البروتين الذي يحمل معلوماته أول جين هورمون السوماتوستاتين ملحقا بسلسلته البروتينية وتم فصل الأنزيم الملحق بالبروتين في حالة نقية كما تم فصل هورمون السوماتوستاتين الفعال بايولوجيا كيميائيا من الأنزيم. أوضحت هذه التجربة ان بالامكان تصميم جزيئات فعالة من الـ DNA باستعمال شظايا الـ DNA كما برهنت على الامكانية الهائلة لخلق التباين الوراثي بشكل مسيطر عليه في نباتات المحاصيل.

الاستخدامات المستقبلية : Screening of Variants

توفر تقنيات التربية خارج الكائن الحي لكي يستعملها جميع مربي النبات وعلماء الوراثية في بعض مجالات عملهم. وفيما يلي ملخص لأهم الامكانيات الكامنة واستعمالات هذه التقنيات وتأثيرها في تحسين المحاصيل.

آ- غربلة المتغايرات :

ان سهولة زراعة الأنسجة تقود الى الغربلة والانتخاب للعديد من الصفات. فاذا كان المطلوب المقاومة للأملاح وكما فعل العديد من الباحثين يضاف الملح الى مزرعة الخلايا وتكثر الخلايا المقاومة. واذا كان الهدف المقاومة للأمراض فيمكن اضافة بعض نواتج المسبب المرضي كالسموم الى الخلايا المزروعة كما حصل في الذرة الصفراء، والقصب السكري لسوء الحظ فان العديد من المسببات المرضية لاتنتج سموما مرضية وبهذا تحدد من الانتخاب خارج الكائن الحي. وقد تضاف بعض المواد الكيمياوية مثل مبيدات الادغال Herbicides أو الملوثات الى الوسط لغرض الانتخاب.

ان تفاعل خلية في المزرعة لايماثل ذلك التفاعل للنبات المتولد منها في الحقل أو أن صفات المتغاير والمنتخبة خارج الكائن الحي لاتورث. كذلك من المحتمل جدا حصول طفرات غير مرغوب فيها في الخلية او الخلايا حالها حال الطفرات المرغوب فيها لذلك فان النبات المتولد منها والذي يحمل الصفة المرغوب فيها قد يحمل صفة أو صفات غير مرغوب

فيها وقد حصل هذا في احدى كلونات القصب السكري العالي الانتاج والمقاوم للمرض والمنتخب من خلال النظام المزرعي ولكنه لسوء الحظ له قمة ضعيفة وهشة. مما يجعل النبات حساسا للكسر. لذلك يجب توفير طرق غربلة لازالة الطفرات غير المرغوب فيها. ويجب الغربلة تحت ظروف الانتاج التجاري للمحصول لانها ستحدد ويشكل مؤثر مدى فعالية الانتخاب على مستوى الخلية المفردة.

ب- حفظ الاصول الوراثية : Germplasm conservation

يمكن ان توفر تقنيات التربية خارج الكائن الحي المساعدة في مجال حفظ الاصول الوراثية وبذلك تمنع من فقدان التباين الوراثي في نباتات المحاصيل. يبدو ممكنا الآن حفظ المواد الوراثية من خلال cryogenic system والذي يبقي درجات الحرارة على درجة – ١٩٦°م لتخزين الكالس أومزارع الخلايا. ويبدو ان عدم الاستقرار خارج الكائن الحي ظاهر ويشكل فعال في الخلايا المنقسمة او المزارع الخلوية التي وصلت الى اقصى كثافة لذلك فان يقل بشكل كبير بالخزن على درجات الحرارة المنخفضة ويتم بذلك تجنب التغيرات الوراثية.

ج- الاكثار: Propagation

يمكن استعمال الأنظمة خارج الكائن الحي للاكثار الكمي للتراكيب الوراثية المنتخبة وبشكل لانهائي ان رغب بذلك. فاذا تم انتخاب التركيب الوراثي المرغوب فيه سواء ضمن او خارج بيئة المزرعة فانه يمكن زراعته واكثاره ثم تحويله الى نباتات. ومن الناحية النظرية فان جميع النباتات المولدة لها نفس التركيب الوراثي للنسيج الأم. لذلك يمكن اكثار التراكيب الوراثية المرغوب فيها دون الخوف من فقدان أليلات مفردة كما هو الحال في أنظمة الأكثار الجنسي.

عملية الاكثار ليست دائما سهلة اما بسبب وراثي أوعدم استقرار كروموسومي للخلية ومزارع الأنسجة وهي شائعة في العديد من الأنواع. لذلك يكون من غير الممكن احيانا اكثار تركيب وراثي معين. وقد تحصل عدة تغيرات وراثية في نظام المزرعة ويظهر ان عدم الاستقرار ضمن الخلية تسيطر عليه عوامل وراثية ويمكن ايجاد سبل وراثية او كيميائية للحصول على الاستقرار المنشود في المزرعة.

ان الانظمة المزرعية كفوءة في اكثار النباتات الخالية من الأمراض من خلال زراعة المرستيم. فالمرستيمات meristems تكون عادة خالية من المسببات المرضية Pathogen او يمكن معاملتها للتخلص من هذه المسببات وتكون مزارع المرستيمات مستقرة وراثيا بصورة نسبية. لذلك فان مزارع المرستيمات توفر طريقة للاكثار الكمي للنباتات الخالية من الأمراض وذات تركيب وراثي ثابت. ان هذه التقنية مستغلة من الناحية التجارية في نبات الأوركيد والبطاطا والقرنفل والعنب والشليك حيث تزرع وتسوق حول العالم ومن عدة سنوات. وقد أشار Phillips و Collins (1979) الى انتاج نباتات من البرسيم الأحمر خالية من الفايرس باستعمال زراعة المرستيم.

د- الهندسة الوراثية الجزيئية:

كلما عرفنا أكثر عن وجود او غياب بروتين معين ويؤثر في المظهر الخارجي للنبات فاننا نكون قادرين على تخمين كيفية اضافة او ازالة جين والتي لها علاقة بتحسين نبات المحصول. وعندما نعرف أكثر عن التعبير وتنظيم الجينات فاننا نستطيع تصميم جين اتحادات جديدة ذي توالي تنظيم وحفاز معين بحيث يستطيع التعبير عنها في أنسجة النبات الملائمة والمفيدة في تعبير التركيب المظهري. كذلك يمكن تغيير توالي الأحماض الأمينية في البروتين (بتغيير الجين) بحيث يمكن ازالة الصفات غير المرغوب فيها منه، وفي الحقيقة سيمكن قريبا تصميم المحصول بنفس الطريقة التي نصمم بها المكائن الزراعية.

استخدمت تقنية زراعة الخلايا العديد من طرق دراسة الكائنات الدقيقة. هناك اختلافات تتعلق بالتنظيم النووي والكروموسومي بين الكائنات الدقيقة والخلايا النباتية التي تحتم تحوير التقنية.

توفر تقنيات الانظمة خارج الكائن الحي مثل زراعة الكالس، والخلايا والبروتوبلاست والاعضاء، وتقنيات DNA الاتحادات الجديدة فرصة ممتازة لدراسة الخلية النباتية التحوير الوراثي، استحداث التباين الوراثي، الانتخاب والاكثار. وهذه أدوات يجب استغلالها بشكل كامل وفي المدى القصير تبدوا الفوائد واعدة وفي المدى البعيد يكون التطوير كبيرا.

1. Ladd, S.L. and M.R. Paufe (1983). In Vitro crop Breeding. In Crop Breeding ASA Monagrapl.. DiR. Wood ed. American Society of Agronomy and Crop Science of America Madison. WI. pp 131.
2. Nabors M.W. (1976) Using spontaneously occurring and induced mutations to obtain agricuturally useful plants. Bio Science 26: 761 – 768.
3. Scowcrott, W.R. (1977). Somatic cell genetics and plant improvement. Adv. Agron. 29: 39 – 81.
4. Skirvin, R.M. 1978. Natural and induced variation in tissue culture. Euphytica 27: 24 – 266.
5. Murashige, T. 1974 plant propagation through tissue culture. Ann. Rev. plant physiol. 25: 135 – 166.
6. Schaefter, G.W., P.S. Baen ziger, and J. Worley 1979. Hoploid plant development from anthers and in vitro embryo culture of wheat: Crop Sci. 19: 697 – 702.
7. Collins, G.B. 1977. Production and utilization of anther derived haploids in crop plants. Crop Sci 17: 583 – 586.
8. Welsh, J.R. (1981). Fundamentals of plant genetics and Breeding. John Wiley Sons pp 252.
9. Carlson, P.S., H.H.Smith, and R. Dearing. (1972). Parasexual interspecific plant hybridization proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A. 69: 2292 – 2294.
10. Kado, C.I., and A. Kleinhofs (1980). Gentic modification of plant cell. through uptak of foreign DNA p 47 – 80. In. I.K. Vasil (ed). Perspectives in plant cell and tissue culture. Int. Reu Cytol. Suppl. 11B.
11. Gengenbach, B.G., and C.E. Green. (1975). Selection of T – cytoplasm maiz callus cultures resistant to *Helminthosporium maydis* race T pathotoxin. crop Sci. 15: 645 – 649.
12. ––––––, C.E. Green, and C.M.Donovan. (1977). Inheritanc of selected pathotoxin resistance in maize. plants regenerated from cell culture. Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A. 74: 5113 – 5117.
13. Heinz, D.J. (1972). New Procedures for sugarcan breeders.Pra. Int. Soc. Sugarcane Technol. 14: 372 – 380.
14. ––––––, G.P. Mee, and L.G. Nickell (1969). Chromosome numbers of some saccharum species hybrids and their cell suspension cultures. Am. J. Bot. 56:450 – 456.

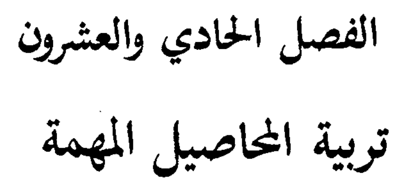
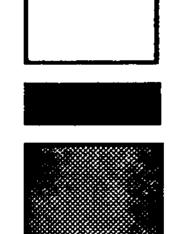
15. Phillips, G.C., and G.B, Collins. (1979). Virus symptom– Free plants of read clover using meristem calture. Crop Sci 19: 213– 216.

الفصل الحادي والعشرون

تربية المحاصيل المهمة

Breeding The Important Field Crops

تربية الحنطة
تربية الشعير
تربية الذرة الصفراء
تربية فول الصويا
تربية القطن
تربية التبغ
المصادر

الفصل الحادي والعشرون

تربية المحاصيل المهمة

تربية الحنطة

Wheat Breeding

مقدمة :

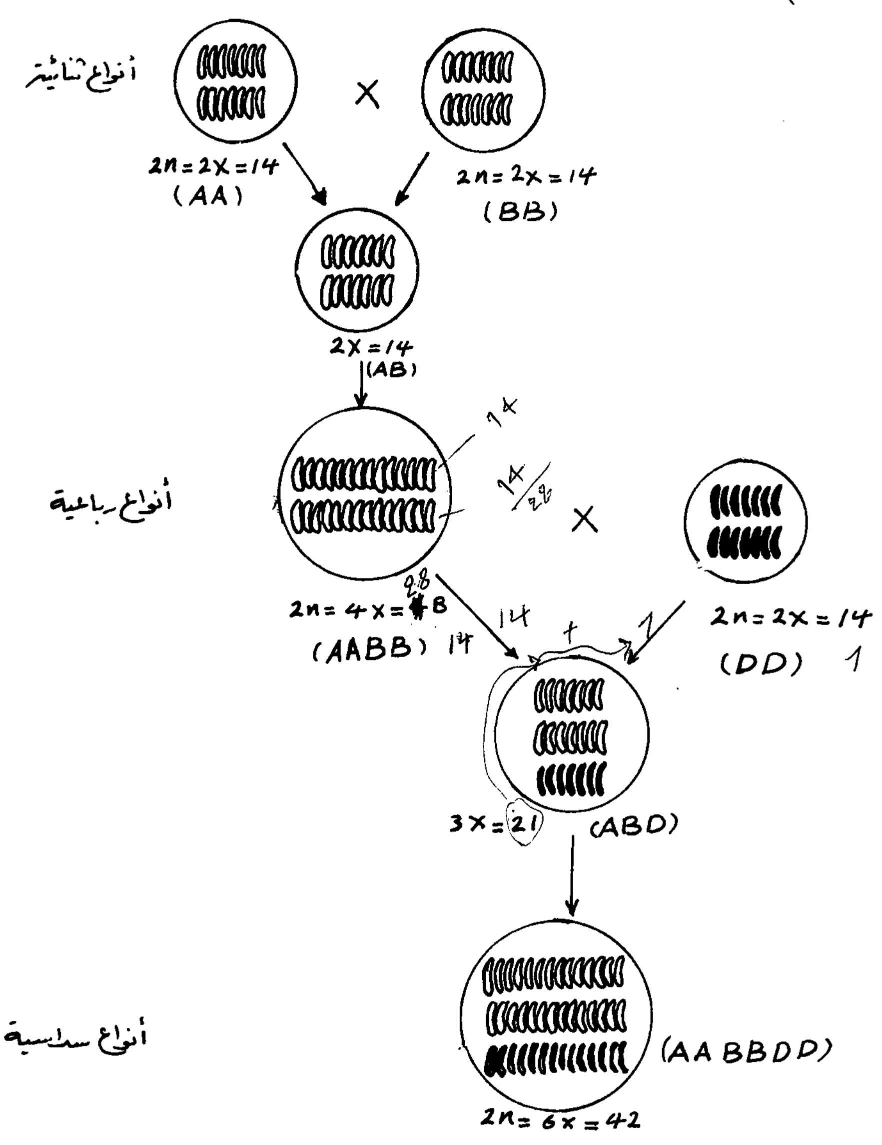
تعد الحنطة من المحاصيل الرئيسة في المناطق المعتدلة من العالم. تتركز زراعة الحنطة في المناطق التي تكون حارة صيفا وباردة شتاء رغم امكانية تنميتها تحت مدى واسع من الظروف البيئية فقد زرعت الحنطة في مصر واليونان قبل التاريخ. ودلت الحفريات في العراق على وجود حبوب للحنطة يقدر عمرها بـ ٦٧٠٠ سنة كما وجدت حبوب حنطة في الهند يبلغ عمرها ٥٠٠٠ سنة. تحتوي حبوب الحنطة على الجلوتين Gluten الذي يعطيها صفة القابلية على صناعة الخبز. والشيلم هو المحصول الحبوبي الوحيد الذي يحتوي على الجلوتين ولكن كميته أقل بكثير مقارنة بالحنطة.

المنشأ والتصنيف :

تطورت الحنطة في الطبيعة وتحت الضغط الانتخابي للانسان منذ الوقت الذي زرعت فيه. وتم جمع الأنواع المزروعة والبرية للحنطة تحت الجنس نفسه Triticum ويشير توزيع الحنطة البرية والحشائش القريبة الى نشوء الحنطة في الجنوب الغربي من آسيا في العراق في وديان دجلة والفرات ومنها انتشرت الى بقية انحاء العالم.

المنشأ الوراثي للحنطة مهم من حيث اظهارها دور التضاعف الخلطي Allopplyploid في نشوء وتطور الانواع وكيفية جمع التراكيب الوراثية للأنواع البرية

لاعطاء المحاصيل المهمة من الناحية التجارية. يمكن تجميع أنواع الحنطة تحت الجنس Triticum وأقربائها الى ثلاث مجموعات وهي : ثنائية المجموعة الكرموسومية Diploid ورباعية المجموعة الكروموسومية Tetraploid وسداسية المجموعة الكروموسومية Hexaploid وبأعداد كروموسومية (2n) ١٤ و ٢٨ و ٤٢ كرموسوم على التوالي (شكل ٢١ - ١).



شكل ٢١ - ١. منشأ الحنطة الرباعية Tetraploid والسداسية Hexaploid

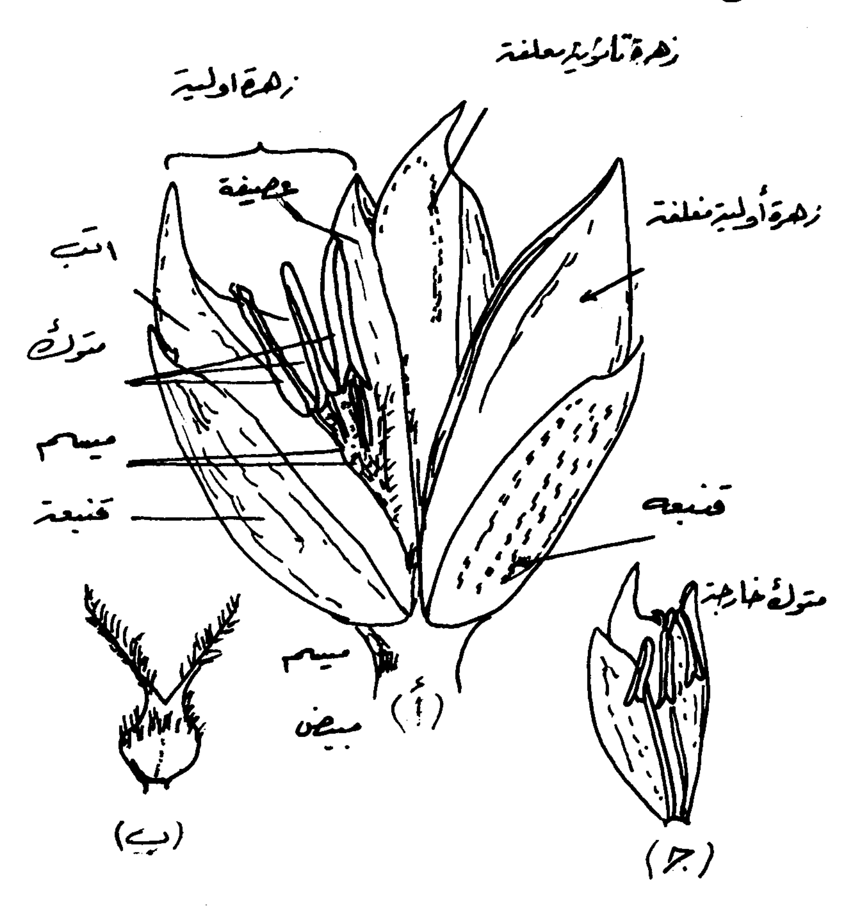
نشأت الأنواع الرباعية كمتضاعفات خلطية من اثنين من الأنواع الثنائية المجموعة كما يتضح من الشكل ٢١ – ١ . أما الأنواع السداسية فقد نشأت من اضافة جينوم ثالث الى السلسلة الرباعية . ويقترح من الأدلة على ان الحنطة الرباعية ايمر (AA BB) نشأت من تضاعف خلطي شمل النوع *T. monococcum* (AA) وهو النوع البري الوحيد الحبة Wild Einkorn والذي له النوع المزروع *T. boeoticum* من النوع *T. Speltoids* الذي له الجينوم (BB) أو أقربائها . للحنطة الرباعية نوعان هما : *T. turgidum* (AA BB) والثاني *T. temopheevii* وفيه جينوم BB محور، أي (AA GG) .

وبالمثل نشأت الحنطة السداسية من تضاعف خلطي بين الرباعية ايمر (AA BB) مع *T. squarrosa* التي تحمل الجينوم DD (شكل ٢١ – ١) . وتم الحصول على حنطة سداسية تشبه *T. spelta*(AA BB DD) وتكون هجين خصب معها من التضاعف الخلطي بين النوع *T. dicoccoides*(AA BB) و *T. squarrosa*(DD) . توزعت كروموسومات الحنطة السداسية (٢١ كروموسوم في الكاميتات) على سبع مجموعات متشابهة homoeologous كل منها يحتوي كروموسومات متشابهة جزئيا من الجينومات A و B و D . وتنشأ الكروموسومات المتشابهة نتيجة للافتراق التطوري ويمكن لها أن تقترن جزئيا Partial pairing لذلك يلاحظ في الحنطة السداسية ثنائيات متعددة multivalent خلال الانقسام الميوزي ولكن عادة توجد اقترانات ثنائية الكروموسوم bivalent فقط . وقد وجد ان هذا يعود الى طفرة في كروموسوم (5) في جينوم (B) الذي يمنع اقتران بين الكروموسومات المتشابهة . وحديثا تم الحصول على ضروب ناقصة التضاعف aneuploidy بشكل ضروب احادية الكروموسوم monosomic او فاقدة لزوج كروموسومي nullosomic والتي ساعدت هذه الضروب كثيرا في التربية والتحليل الوراثي . وفي الوقت الحاضر تم التعرف على ٤٥٠ جين وعينت مواقعها على كروموسومات الحنطة (Sinha and Sunita, 1982) .

التهجين :

النورة الزهرية في الحنطة هي سنبلة تحمل سنيبلات spikelets . كل سنيبلة لها عدة زهيرات florets تتصل الى سويق مركزي مختزل الى حد كبير . في قاعدة السنيبلة هناك زوج من القنابع glumes تحيط بالزهرة . في قاعدة كل زهرة عصيفة lemma وفوقها الأتبة Palea . تحمل العصيفة عادة سلفا اسطوانية طويلة في قمتها كامتداد للعرق الوسطي . ويكون غلاف الزهرة Perianth أثريا بشكل فليسات [illegible]les [illegible] أو غشائية .

لكل زهرة ثلاثة أسدية ذات خويط طويل ومتوك ومبيض ovary وحيد الغريفة uni ocular وميسمين رئيستين ، الشكل ٢١ - ٢ يوضح تركيب السنيبلة وزهرة الحنطة . عادة تكون بعض الزهيرات العلوية والسفلية عقيمة . تبدأ الزهرة بالانفتاح بعد عدة أيام من خروج السنبلة من غمد ورقة العلم . وخلال العملية تفتح القنابع وتبرز المتوك وتعطي حبوب اللقاح الناضجة .



شكل ٢١ - ٢ . (أ) سنيبلة حنطة . الزهرة الأولية الى اليسار مفتوحة مظهرة المتوك الثلاثة وجزءاً من الميسم . (ب) مدقة زهرة الحنطة . (جـ) زهرة يظهر منها المتوك بعد التزهير (عن Poehlman, 1983 ص 176) .

يكون التلقيح الذاتي سائداً في الحنطة وان مدى التلقيح الخلطي أقل من ١٪ . خلال عملية التهجين يتم اخصاء النبات الأم بازالة المتوك الثلاثة وهي خضراء ثم تغلف بكيس خاص وتلقح بلقاح الأب بعد يوم أو يومين من الاخصاء . تجرى عملية الاخصاء

قبل يوم واحد من اطلاق اللقاح بقص القنابع وازالة المتوك بواسطة ملقط مدبب. وتجرى عملية التلقيح بعد يوم أو يومين من الاخصاء بكسر متك ناضج فوق الميسم. اذا كان حالة عقم ذكري وسايتوبلازمي في الحنطة فانها تلغي الحاجة الى عملية الاخصاء. تزال في وقت الاخصاء الازهار غير الناضجة أو المتفتحة من السنبلة.

التربية :

أثبتت القدرة الكامنة لتقنيات تربية النبات قدرتها في تربية وتحسين الحنطة. فقد لعب تحسين الحنطة دورا رئيساً في اصلاح النقص الغذائي في العالم وكذلك في الثروة الخضراء في المكسيك والهند والباكستان والعراق. وتتشكل في الوقت الحاضر وفي أغلب الدول المتقدمة مراكز ومعاهد خاصة في تربية الحنطة حيث تجرى أعمال التحسين وانتاج الأصناف ذات الميزات الانتاجية العالية جدا في أوربا وأمريكا والاتحاد السوفياتي والصين واليابان والهند.

طرق التربية في الحنطة :

١. الادخال ٢. الانتخاب ٣. التهجين ٤. الطفرات ٥. التربية خارج الكائن الحي.

١. الادخال :

في المراحل الأولى من برامج التربية تركز الجهود على تطوير الضروب الملائمة من الأصناف المحلية. وقد لعب الادخال دورا رئيسا في تطوير زراعة الحنطة في الولايات المتحدة وكندا بسبب كون الحنطة غير مستوطنة في القطرين. كذلك لعب الادخال دورا رئيسا في العراق لادخال أصناف جديدة من الحنطة مثل ادخال المكسيباك، نورى ٧٠، أراس، كوكورت من ٧١، سناتور كابللي وذلك لضعف برامج التربية. ويتم ادخال أصناف مكسيكية اخرى حمراء البذور مثل سونورا ٦٣ وسونورا ٦٤ وليرمارهو الى الهند ثم طورت منها أصناف بيضاء البذور.

نشأ جين التقزم في الحنطة وهو الجين Norin في اليابان وارسل الى الولايات المتحدة لغرض الاختبار بعد الحرب العالمية الثانية وبمساعدة بعض التهجينات تم نقل الجين الى صنف الحنطة الأمريكية Brevor الذي ارسل الى د. نورمان بورلوك Norman E. Borlaugh حامل جائزة نوبل للسلام والذي قام بادخال الجين في العديد من أصناف

الحنطة المكسيكية التي تم ادخالها الى الكثير من بلدان العالم وكما سبق ذكره وأدت الى زيادة انتاج الحنطة في البلدان التي ادخلت اليها ولاجل ذلك استحق نورمان بورلوك جائزة نوبل للسلام عام ١٩٧٠.

٢. الانتخاب :

وهو اما ان يكون انتخاباً اجمالياً او انتخاب نباتات فردية وهذه يمكن اجراؤها في الأصناف المحلية الخليطة كما في أصناف حنطة الصابربيك وغيرها من الحنطة الخشنة المحلية في شمال العراق. أشار Adary (1985) الى سلالات متفوقة من الحنطة صابربيك انتخبت على أساس النباتات الفردية من مواقع مختلفة من منطقة الجزيرة في شمال العراق والتي تفوقت على الصنف المكسيكي نورى ٧٠.

٣. التهجين :

في الوقت الحاضر يركز على الجوانب العملية لبرامج تربية الحنطة ولكن لايعني اهمال الجانب الفني خصوصا الانتخاب العيني. وفي واقع الحال يتسلح مربي الحنطة الحديث بترسانة من التقنيات التي يمكن الاستناد اليها في عملية تحسين الأصناف المزروعة للحنطة.

اختيار الآباء :

أولى الخطوات في برنامج التهجين والتربية هو اختيار الآباء. وقد يستخدم الحاسب الآلي لتحليل التشابه في المحاصيل الذاتية التلقيح لاختيار الاباء الجيدة وادخالها في برنامج التهجين حيث ان احتمال انتخاب سلالة أفضل من كلا الأبوين يزداد عندما يكون كل من اباء الهجين جيداً مقارنة بالرأي السائد كون أحد الاباء أفضل من الآخر. ومن الواضح ان يكون الأبوان مختلفين وراثيا بدرجة كافية لاتاحة الفرصة في الحصول على الانعزالات المتفوقة من الهجن المختلفة.

الانتخاب والاختبار في الأجيال المبكرة :

في مرحلة مبكرة من برنامج الانتخاب يجب ان يقرر المربي مدى الانتخاب الذي يمارسه بين التهجينات وعلى أي أساس. وعلى العموم فأن النتائج في هذا الصدد متضاربة. فقد أعطت اختبارات الحاصل في مجتمعات اجمالية للجيل الثاني F_2 والثالث F_3 نتائج جيدة

لتخمين الحاصل الكامن في الأجيال السادسةF_6والسابعةF_7. وتم اقتراح استخدام قيم متوسط الاباء لصفة الحاصل في الجيل الأول والثاني. وقد وجد باحثون آخرون في هجن اخرى عدم جدوى الاختبارات الاجمالية للحاصل في الأجيال المبكرة في تخمين حاصل المنتخبات.

وعلى العموم فان أغلب مربي النبات لايصرف الوقت والجهد على الاختبار في الأجيال المبكرة خصوصا وان حاصل متوسط الآباء له قيمة في انتخاب التهجينات، فقد يتخلص مربي النبات من تهجينات كاملة في الجيل الأول والثاني بالاعتماد على النظر. ان مظهر الهجين سيحدد عدد المنتخبات التي يمكن اخذها منه.

قيمة الانتخاب بين النباتات والعوائل في الأجيال المبكرة متضاربة. ان تكرار النباتات في الجيل الثاني والتي تحمل جميع الأليلات المرغوب فيها يكون واطئا جدا ويقل بسرعة بتقدم الأجيال، ومن المناسب بدء الانتخاب في الجيل الثاني. على العموم يكون معامل التوريث لصفة الحاصل في الجيل الثاني واطئا وان الانتخاب له غير موثر نسبيا. ان قيم معاملات الارتباط بين حاصل نباتات الجيل الثاني وحاصل الأجيال المشتقة منه واطئ بحيث يجعل من المشكوك فيه الحصول على فائدة من بذل الجهد في حصاد ودراس ووزن البذور للنباتات المفردة في الجيل الثاني، وذلك لوجود تغاير وراثي بيئي كبير بين نباتات الجيل الثاني. ويعرف ان للانتخاب العيني بين نباتات أو العوائل للصفات ذات قيمة توريث معقولة مثل ارتفاع النبات، عدد الأيام للنضج وقوة الساق يكون مؤثرا. وجد نفس الاتجاه في الانتخاب في الجيل الثالث حيث ان درجة الارتباط بين الحاصل في الجيل الثالث والأجيال التالية تعتمد بدرجة كبيرة على التباين البيئي من سنة الى اخرى والذي ينتج عنه تداخل وراثي بيئي، وهناك صعوبة مضافة في استمرار الانعزال بين العوائل المنتخبة لعدة جينات. لذلك يجب الانتخاب واختبار الحاصل في الأجيال المتقدمة. وقد قادت هذه المشاكل مربي النبات الى الأخذ بنظر الاعتبار طرق الانتاج السريع للتراكيب الوراثية الأصيلة بطرق مثل الانحدار من بذرة واحدة وزراعة المتوك والتركيز على اختبار الحاصل على هذه المواد. وتركز هذه الطرق على تطوير سلالات أفضل من الآباء أكثر من محاولة التعرف على أفضل انعزال من التهجين.

اهداف التربية في حنطة الخبز:

تعد الحنطة من المحاصيل الرئيسة المهمة في العالم بصورة عامة والعراق بصورة خاصة وهناك العديد من الطرق لتصنيف حنطة الخبز وفق طبيعة النموكحنطة ربيعية او حنطة شتوية ، لون الحبوب (احمر او ابيض) وانسجة البذور صلبة او طردية.

١ – استنباط اصناف ذات مدى واسع من الملائمة في مختلف الظروف البيئية.
٢ – انتاج عدد من الخطوط المتقدمة لاستعمالها في برامج التربية المختلفة لاستنباط الاصناف المحسنة.
٣ – التهجين بين الحنطة الشتوية والربيعية وذلك لنقل صفات المقاومة لمرض السبتوريا ، والبياض الدقيقي ، والمقاومة للجفاف ، ومجموعة جذرية جيدة وتوسيع فترة النضج وامكانية زيادة حاصل الحنطة الربيعية.
٤ – تربية الحنطة لمقاومة امراض الصدأ بأنواعه الثلاثية والتفحم والسبتوريا والتعرف على خطوط لها مايدعى بالمقاومة الافقية للأمراض.
٥ – تربية الحنطة لاغراض المقاومة للجفاف خصوصا في المناطق الشمالية القليلة الامطار.
٦ – استنباط اصناف ذات مقاومة للاضطجاع وذات الاستجابة العالية للتسميد النتروجيني.
٧ – تحسين القيمة الغذائية خصوصا زيادة نسبة البروتين او زيادة نسبة الحوامض الأمينية فيه مثل الحامض الاميني اللايسين.
٨ – استنباط اصناف ذات مقاومة للانفراط بعد النضج.
٩ – تحسين قابلية الحنطة على الطحن وتحسين خواص ونسبة الطحين المستخرج وخواص العجين والخبز.
١٠ – التربية لتحسين القابلية الانتاجية للحنطة وتحسين صفاتها الفسيولوجية ومركبات الحاصل من خلال مايدعى بالصنف المثالي Ideotype.
١١ – التبكير بالتزهير والحصول على فترة اطول بين التزهير والنضج لاعطاء الفترة الملائمة لملء الحبوب.
١٢ – استنباط الاصناف المتعددة الخطوط Multilin.

اهداف تربية الحنطة الخشنة :

تعد حنطة المعكرونة ثانية في الاهمية بعد الحنطة الناعمة وهي حنطة رباعية (٢٨ كروموسوم) ومن ضمن الحنطة الخشنة *T. turgidum* تحت النوع *T. durum* وهو أهم الأنواع من الناحية التجارية تزرع الحنطة الخشنة في شمال وشرق افريقيا ، واوربا ، ومنطقة البحر الابيض المتوسط ، والشرق الادنى والاوسط ، والهند وفي الامريكتين (كندة، والولايات المتحدة ، والارجنتين ، وشيلي) يتضمن برنامج تربية الحنطة الخشنة ، الحصول على اصناف عالية الحاصل اصناف غير حساسة لطول النهار، والتبكير في النضج ، والحنطة القصيرة الساق وذات استقرار في الحاصل والاقلمة والمقاومة للامراض .

ان المفتاح لنجاح أي برنامج للتربية يعتمد على مقدار توفر التباين واستعماله بصورة صحيحة ويوجد تباين كبير للحنطة الرباعية في الاصناف القديمة والمحلية لتوفر العديد من هذه الاصناف في المجموعة العالمية التي تحتفظ بها وزارة الزراعة الامريكية . ويعمل مربي الحنطة على الاستعادة من التباين الموجود في الالآف من الاصناف ومن التهجينات بين الحنطة الخشنة والحنطة الناعمة او الترتيتكيلي .

ان الهدف الكبير للحنطة الخشنة هو ادماج صفات النبات الجيدة في الحنطة الخشنة القصيرة لتحسين استقرار حاصلها واهم هذه الصفات .

١ - قصر الساق

٢ - قوة الساق

٣ - المقدرة على انتاج اشطاء

٤ - سنابل عالية الخصوبة

٥ - اختبار وزني عالٍ

٦ - صفات تكنولوجية جيدة خصوصا لعمل السباغيتي والمعكرونة . ان تحسين الصفات اعلاه قد لاتؤدي الى تحسين الحاصل بصورة جيدة ولتحسينه يجب ان نتوخى الآتي :

١ . تحسين الخصوبة في السنابل واستقرارها من موسم لآخر او من محل لآخر.

٢ . القدرة على التزهير تحت الظروف الاعتيادية التي تنمو الحنطة تحتها وذلك بانتاج اصناف مبكرة او متوسطة التبكير في النضج .

٣ . ذات مقاومة جيدة .

تربية الشعير

مقدمة :

الشعير *Hordeum vulgare L.* من أقدم محاصيل الحبوب المزروعة في العالم ويزرع في منطقة بيئية مختلفة ، فالأصناف المبكرة الربيعية تزرع ضمن الدائرة القطبية وهي أقصى المناطق الى الشمال والتي لايمكن زراعة اي محصول حبوبي آخر فيها وتمتد زراعته الى مناطق صحراء التبت والسهول الاستوائية في الهند. كما يقاوم الشعير الأراضي القلوية والجفاف والصقيع ويستجيب بشكل ملحوظ لظروف الخصب الملائمة والربيع البارد الطويل كما يحصل في مناطق العراق المختلفة. ولاينضج الشعير بشكل جيد في المناخ الحار الرطب. وقد طور الشعير من خلال عملية التأقلم البطيئة تنوعا كبيرا في سنابله واشكال بذوره والصفات النوعية والمقاومة للأمراض Poehlman,1983.

المنشأ والوراثة في الشعير:

نشأ الشعير في منطقة الشرق الأوسط حيث كان أكثر الحبوب أهمية في عصور قبل التاريخ. حاليا يوجد العديد من اصوله البرية في أقطار العراق ، وتركيا ، والاردن ، وفلسطين ، وسوريا وايران. وكذلك يوجد مركز ثانوي للتنوع في الحبشة (اثيوبيا) ويظهر أنه نقل من المركز الأولي اليها حيث تطورت منه أشكال متنوعة بعد ذلك.

يحتوي الجنس Hordeum على حوالي ٢٤ نوعا وتشمل هذه على الأنواع الثنائية Diploid والرباعية Tetraploid والسداسية Hexaploid . العدد الأساسي لهذه المجاميع هو ٧ (X = 7). الجدول (٢١ - ١) يوضح قائمة جزئية للأنواع المختلفة من الشعير.

المعلومات عن منشأ وتشابه جينومات الأنواع المتضاعفة قليلة. وفي السابق وضعت الأصناف ذات الصفين وستة صفوف في أنواع مختلفة. حاليا تم وضعها في نوع واحد وهي *H. vulgare* وذلك لكونها تحتوي على نفس العدد الكروموسومي وتتهجن بشكل حر فيما بينها وتعطي هجن خصبة وغالبا ماتختلف بجين مفرد واحد. التهجينات بين الشعير المزروع وبقية الانواع محدودة ، هناك اتجاه لتهجين الشعير المزروع مع الشعير البري *H. spontaneum* للحصول على شعير يعيد زراعة نفسه لصفة سقوط السنابل عند النضج Hajichrisodoulou, 1988 . كما ان هناك اتجاهاً وتطبيقاً للتهجين مع الشعير الرباعي *H. balbosum* لانتاج النباتات الأحادية المجموعة الكروموسومية Haploid .

جدول (٢١ - ١) : قائمة جزئية بأنواع الشعير المختلفة (عن Poehlman , 1983

النوع	الاسم العلمي	نمط الاستعمال
I . لأنواع الثنائية المجموعة الكروموسومية ($2n = 2X = 14$)	*H. vulgare*	مزروع
	H. californicum	بري
	H. compressum	بري
	H. marinum	بري
	H. pusillum	بري
II . الأنواع الرباعية المجموعة الكروموسومية ($2n = 4X = 28$)	*H. depressum*	بري
	H. Jubotum	بري
	H. secalinum	بري
	H. leporinum	بري
	H. bulbosum	بري
III . الأنواع السداسية المجموعة الكروموسومية ($2n = 6X = 42$)	*H. hexaploidum*	بري
	H. arizonieum	بري

وتمت دراسة وراثة الصفات في الشعير على نطاق واسع وبمستوى أهمية الحنطة والذرة الصفراء ، ويعود ذلك لعدة أسباب :

(١) التوزيع الواسع لمحصول الشعير.

(٢) للشعير المزروع عدد قليل من الكروموسومات ($n = 7$).

(٣) الشعير ذو تلقيح ذاتي في الغالب .

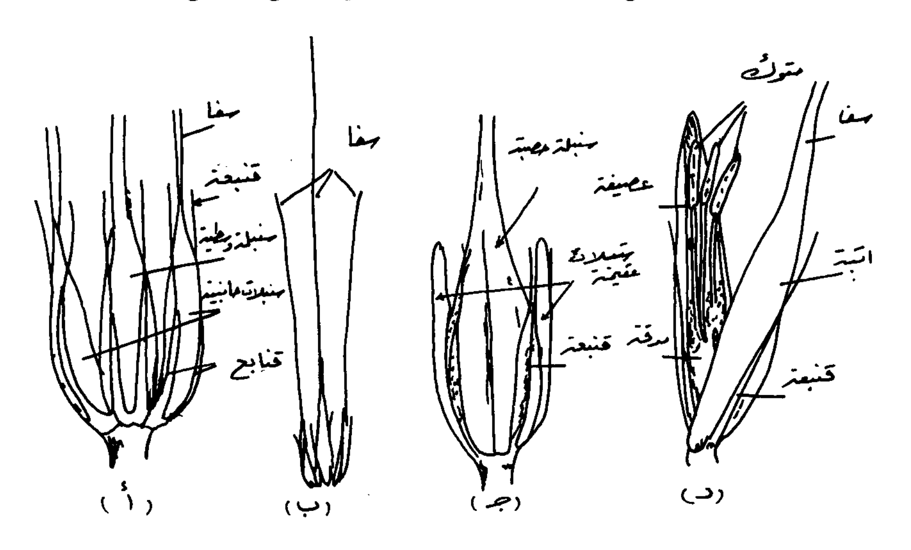
(٤) سهولة اجراء التهجين.

(٥) هناك العديد من المتغايرات للصفات الموروثة مما جعل الشعير مرغوبا فيه في الدراسات الوراثية و.

(٦) تم وضع خرائط الارتباط لكل من الكروموسومات السبعة وتم التعرف على ٤٠٠ جين وضعت في مجاميع الارتباط . تتحكم معظم الجينات المدروسة في صفات مورفولوجية او مظاهر فسيولوجية ، اللون المقاومة للمسببات المرضية ، العقم الذكري وغيرها من الصفات .

المواصفات النباتية في الشعير:

تتكون النورة الزهرية في الشعير من سُنبلة لها ثلاث سنيبلات عند كل عقدة من المحور الزهري Rachis . وفي أغلب الأصناف تكون القنابع glumes بطول يبلغ حوالي نصف طول الأتبة lemma تنتهي بسفا اسطوانية . في الشعير السداسي الصفوف تحمل كل سنيبلة زهرة واحدة فقط ، اما في الشعير ذي الصفين فتحمل السنيبلة الوسطية زهرة واحدة فقط ، اما السنيبلات الجانبية فتكون عقيمة او ضامرة (أثرية vestigal) . تكون الزهرة ضمن الأتبة والعصيفة Palea . للمدقة Pistil اثنان من المياسم الريشية Stigma وهناك ثلاثة متوك تتولد على خويط filament اسطواني طويل (شكل ٢١ – ٣) .



شكل ٢١ – ٣ : سنيبلة الشعير (أ) ثلاثة سنيبلات من الشعير ذي ستة صفوف . (ب) أتبة مسفاة (جـ) السنيبلة الوسطية الخصبة والسنيبلات الجانبية العقيمة للشعير ذي الصفين (د) التركيب الزهري للشعير.

يبدأ التزهير في الزهيرات الوسطية للجزء الأعلى من السنبلة ثم يستمر الى أعلى وأسفل السنبلة . وعند الوصول الى مرحلة انفتاح المتوك anthesis تنتفخ الفليسات lodicules وتنفتح الازهار ويستطيع خويط المتك . تَنفتح المتوك عند خروجها من الزهرة وتنتشر حبوب اللقاح على المياسم . قد يحصل تلقيح خلطي بسيط اذا انفتحت الزهرة قبل تفتح المتوك . وخلال فترات ارتفاع درجة الحرارة تتفتح الزهرة قبل خروجها من غمد ورقة العلم أي في

دور البطان booting stage وتحت هذه الظروف من النادر جدا حصول التلقيح الخلطي . واذا ماتم عمل التلقيح الاصطناعي خلال فترات ارتفاع درجات الحرارة يجب اجراء عملية الاخصاء للمتوك بصورة مبكرة من تطور السنبلة بسبب نضج حبوب اللقاح بشكل مبكر ويجب العناية البالغة في عدم اتلاف الزهرة فهي رقيقة جدا في هذه المرحلة . ويمكن الحصول على نسبة عالية من البذور في الشعير اذا تم اجراء الاخصاء والتلقيح بعناية .

وكما في الحنطة تزرع الأنماط الربيعية والشتوية من الشعير ولكن تكون الأنماط الربيعية أكثر أهمية . ويكون الشعير الشتوي أقل تحملا للبرودة من الحنطة الشتوية Anon-ymous, 1977 . وعندما تتكلم عن الشعير كتركيب وراثي ضمن النوع عادة تكون الأقلمة لحدود ضيقة جغرافيا فهناك صنف معين من الشعير لكل منطقة . والشعير حساس جداً للفترة الضوئية يستجيب للتغيرات في خطوط العرض وبصورة عامة يمكننا القول ان الشعير أكثر احتمالا لظروف التربة السيئة خصوصا الرطوبة مقارنة بالحنطة . ومن ناحية اخرى فالشعير حساس جدا لأمراض scald والصدأ والبياض الدقيقي كما ان ضعف الساق ومنطقة التاج في الشعير تجعله حساسا للاضطجاع مقارنة بالحنطة .

معظم الصفات المراد اضافتها للشعير موزعة ضمن أصناف عديدة ولنقل هذه الصفات الى الشعير ينبغي استعمال طريقة الهجينات المتعددة multiple crosses وهذا يعطي أكثر من مصدر واحد من الجينات الجيدة ، ويجب تنمية عدد كبير من التراكيب الوراثية لغرض الحصول على توافقات الصفات المرغوب فيها . ويمكن الحصول على الصفات المطلوبة من المصادر الآتية :

١ . الأصناف المكسيكية للأقلمة الواسعة.
٢ . الشعير النيبالي للمقاومة للأمراض والحبوب العارية .
٣ . شعير من الهند لصفة التقزم .
٤ . شعير امريكي لصلابة الساق والخصوبة .
٥ . أصناف مصرية للحاصل العالي ، كبر حجم البذور والوزن الاختباري.
٦ . أصناف من اثيوبيا والدانمرك كمصدر للايسين والبروتين.
٧ . اصناف مقاومة للجفاف من ايكاردا (المركز الدولي لابحاث المنطقة الجافة).

الاصناف المتداولة في العراق :

يعرض الجدول (٢١ – ٢) أصناف الشعير المستعملة في العراق وبعض صفاتها الحقلية فضلا عن بعض الأصناف التي ثبت نجاحها تحت الظروف العراقية وفي مراحل الاكثار والتوزيع.

جدول (٢١ – ٢) : أصناف الشعير الشائعة في العراق.

التسلسل	الصنف	طريقة التربية والسنة	المواصفات
١	أسود ذي الصفين	محلي	السنبلة ذات صفين سوداء اللون ، غير كثيفة السفا ملساء ، الحبة مغلفة سوداء اللون.
٢	سوبر كلان	ادخال ١٩٣٢	ربيعي السنبلة ٦ صفوف بيضاء اللون كثيفة السفا خشنة الحبة مغلفة بيضاء اللون.
٣	كاليفورنيا ماريوت	ادخال ١٩٣٦	سنبلة ذات ٦ صفوف زرقاء اللون ، غير كثيفة ، سفا خشنة ، الحبة مغلفة ، زرقاء اللون.
٤	بلدي ٢٦٥	ادخال ١٩٣٩	ستة صفوف زرقاء اللون غير كثيفة السفا خشنة حبة مغلفة صفراء زرقاء.
٥	أريفات	ادخال ١٩٦١	السنبلة ذات ستة صفوف ، بيضاء اللون ، غير كثيفة السفا شبه ملساء ، الحبة مغلفة بيضاء اللون.
٦	نومار	ادخال ١٩٧١	السنبلة ٦ صفوف ، زرقاء اللون ، غير كثيفة ، الحبة مغلفة زرقاء اللون.
٧	سي. ام ٦٧	ادخال ١٩٧١	السنبلة ٦ صفوف بيضاء اللون غير كثيفة السفا خشنة ، الحبة مغلفة بيضاء اللون.
٨	ريحان	ادخال ١٩٨٥	السنبلة ٦ صفوف ، بيضاء اللون كثيفة السفا ، السفا ، خشنة الحبة مغلفة اللون
٩	جزيرة ١	تهجين ١٩٨٩	السنبلة ٦ صفوف سوداء اللون
١٠	جزيرة ١٢٠	ادخال ١٩٧٣	ستة صفوف ، غليظة لونها أبيض مصفر ، السفا أبيض. مصفر ، ناعم الملمس ، الحبة بيضاء مصفرة.
١١			

اهداف التربية في الشعير:

تتضمن الأهداف الرئيسة في تربية الشعير على:

(١) الحاصل العالي.
(٢) الأقلمة الواسعة.
(٣) المقاومة للاضطجاع.
(٤) المقاومة للأمراض.
(٥) تحسين القيمة الغذائية.
(٦) التربية للبذور العارية لتسهيل عملية الدراس والاستعمال المباشر دون الحاجة الى التهبيش وازالة القشرة.
(٧) المقاومة للجفاف.
(٨) التربية للشعير ثنائي الغرض.
(٩) التربية لشعير المراعي الذي يعيد الزراعة بنفسه عن طريق تساقط البذور.
(١٠) المقاومة للملوحة في وسط وجنوب العراق.

طرق التربية في الشعير:

الطرق الأساسية المستعملة في تربية الشعير هي الطرق المستعملة في تحسين المحاصيل الذاتية التلقيح وتشمل (آ) الادخال (ب) الانتخاب (جـ) التهجين وبنفس المنطلقات التي نوقشت سابقا لهذه الطرق. على العموم أشار Poehlman (1983) الى ان التهجين يستخدم حاليا لاستنباط أغلب أصناف الشعير الجديدة. أغلب أصناف الشعير المستعملة في العراق جاء باتباع طريقة الأدخال مثل أصناف أريفات، وكاليفورنيا ماريوت، وكليبر، ونومار، وبلدى ٢٦٥، وريحان وغيرها من الاصناف (جدول ٢١–٢). وعلى العموم استعمل الشعير في العديد من طرق التربية الحديثة التي تم تطويرها من قبل العديد من العلماء، فقد تم إستخدام طريقة التهجين الرجعي لنقل المقاومة للبياض الدقيقي و seald في الصنف أطلس من قبل Cuneson في كاليفورنيا بنقل جينات المقاومة هذه من الصنف ترك Turk.

كما اتبعت طريقة تجميع التهجينات Composite crosses من قبل H. V. Harlan حيث قام باجراء ٣٧٩ تهجين شملت ٢٨ أب. زرعت الهجن بشكل منفصل وكخليط من الهجن ولثمانية أجيال ومنها تم انتخاب اعداد متساوية من المنتخبات من التهجينات المفردة

ومن مجموعة الهجن . ومن هذا النظام خرجت طريقة دمج الهجن converging crossing حيث تهجن أزواج من الآباء ثم التهجين بين أزواج من الأجيال الأولى (F_1) حتى تدخل جميع الآباء في نسل مشترك وكما يأتي :

A X B C X D EXF GXH

AB X CD EF X GH

ABCD X EFGH

ABCDEFGH

لهذا النظام من التهجين فائدة كامنة في جمع وبسرعة التوافقات الجينية المرغوب فيها آباء عدة ، فكل بذرة تنتج بعد كل تهجين هي في الواقع هجين جديد ويمكن كذلك ان تعطي توافقات جينية غير مرغوب فيها ، وللحصول على أكبر عدد من التراكيب الوراثية الممكنة يجب تنمية عدد كبير جداً من البذور الهجينة في التهجين الثاني او في الأجيال التالية .

كان التعرف على جين العقم الذكري من قبل Suneson جعل من الممكن زيادة عدد التهجينات في المجتمع . فقد كون أحد المجتمعات الهجينة ويدعى Paul Banyan وشمل تجميع بذور منتجة من أربعة أصناف عقيمة ذكريا استعملت كأمهات هجنت مع ٢٦٠٠ أصلاً من مجموعة وزارة الزراعة الامريكية للأصول العالمية استعملت كآباء . وفي هجين تجميعي آخر رمز له A يحتوي على جينات المقاومة للألمنيوم وهو الهجين التجميعي XXXIV حيث تم تهجين ٢٢٠ أب مقاوم كل على انفراد الى ١ – ٣ من الامهات العقيمة ذكريا– وقد أعطى الانعزال للعقم الذكري استمرار التهجين بين التراكيب الوراثية في الأجيال التالية للتهجينات من هذا النمط .

جينات العقم الذكري في الشعير:

ذكرت صفة العقم الذكري في الشعير لاول مرة عام ١٩٤٠. تورث هذه الصفة عن طريق جين مفرد واحد منتح (ms ms). ومن ذلك الجين تم التعرف على ٢٧ جين عقم ذكري من اكثر من ١٠٠ طفرة العقم الذكري التي تم اختبارها. تفتقر النباتات العقيمة ذكرياً الى متوك فعالة. إن إدخال صفة العقم الذكري المتنحية في الاصول المنوي استعمالها في التهجينات كأم في التهجين العادي او الرجعي يزيل الحاجة الى اجراء عملية الاخصاء عند عمل التهجين الاصطناعي. واذا تم ادخال جين العقم الذكري في أب أو في تهجين

يستمر نسل الجيل الثاني F_2 والاجيال التالية في الانعزال لنباتات العقم الذكري وبذلك تشجع التهجين الخلطي. وتم وضع انظمة للاستفادة من صفة العقم الذكري كما وضحنا في الفقرة السابقة ولكنها لاقت قبولاً محدوداً.

ان العديد من طفرات العقم الذكري توجد بشكل طفرات طبيعية وبعضها وجد في المجتمعات التي عرضت للاشعاع. ويظهر ان طفرات العقم الذكري تحل بتكرار عال في الحقل. ففي حقل مزروع بالصنف Betzes وهو صنف ربيعي في مونتانا قدرت نسبة العقم الجزئي بواحد في ٧٠٠ نبات وحوالي نبات واحد في كل ٤٠٠٠ نبات يكون عقيماً بدرجة عالية. هناك شكل آخر من العقم الذكري وهو العقم الذكري السايتوبلازمي والذي حصل عليه من تهجين معقد شمل انواع الشعير *H. Jobatum* و *H. compressum* و *H. bulbosum* و *H. vulgare* ينتج نسلاً عقيماً ذكرياً وخصباً انثوياً. وقد نشأ العقم من *H. Jobatum*. ولا تعرف جينات مسترجعة للخصوبة بشكل جيد، لذلك فان استخدام نظام العقم الذكري السايتوبلازمي في انتاج هجن الشعير كان محدوداً.

وقد تم الحصول على نظام بديل لانتاج الهجن في الشعير وهو نظام يسمى بنظام ثلاثية الكروموسوم الرباعي المتوازن Balanced tertiary trisomic system والذي وضعه R. T. Ramage و G.A. Wiebe في هذا النظام كروموسوم زائد يعطي ثلاثية الكروموسوم trisomic ليحمل جيناً سائداً للخصب الذكري بينما الكروموسومين الاعتيادية تحمل جين العقم الذكري المتنحي. ومن الناحية النظرية ينتج النظام شكلين من حبوب اللقاح (أ) حبوب لقاح اعتيادية من دون كروموسوم زائد والذي يعمل على التلقيح الذاتي لانتاج الاصل العقيم ذكرياً و(ب) حبوب لقاح ذات كروموسوم زائد والذي نادراً مايكون فعالاً في المنافسة مع حبوب اللقاح الاعتيادية. تستعمل الاصول من البذور العقيمة ذكرياً كأم لانتاج البذور الهجينة. وكان أول صنف من الشعير الهجين انتج بهذا النظام الشعير المسمى Hembar. وقد انتجت كميات صغيرة من هذا الصنف تجارياً في اريزونا. هذا وقد توقفت برامج التربية الرئيسة عن انتاج البذور الهجينة بهذا النظام بعد عدة سنين وذلك لسببين: (أ) الفشل في الحصول على قوة هجين ملائمة و(ب) زيادة في توريث الكروموسوم الزائد خلال حبوب اللقاح وعدم القدرة في الحصول على اصل بذري اصيل لصفة العقم الذكري.

تربية الذرة الصفراء

مقدمة :

الذرة الصفراء ثالث محصول حبوبي مهم بعد الحنطة والرز. وتكون الذرة الصفراء الغذاء الحبوبي الرئيس للانسان في المكسيك وامريكا الوسطى وقسم من امريكا الجنوبية والصين وافريقيا. تستعمل الذرة الصفراء بالدرجة الرئيسة علفاً للحيوان ومصدراً للكثير من الصناعات. وقد تزايدت اهميتها في العراق في السنين الاخيرة لعلاقتها الوثيقة بصناعة الدواجن وخصصت محافظة بابل في وسط العراق كمحافظة متخصصة في زراعة الذرة الصفراء.

منشأ الذرة الصفراء :

تعود الذرة الصفراء الى نوع نباتي واحد وهو *Zea mays*. ويوجد جنسان قريبان هما *tripsacum* ينمو في الاقسام الشرقية والجنوبية الشرقية من الولايات المتحدة ووسط وجنوب امريكا وتحتوي على خمسة انواع ثنائية المجموعة ($2n = 2X = 36$) واربعة انواع رباعية المجموعة ($2n = 4X = 72$). اقترح ان جنس *Tripsacum* واهب ممكن لبعض الجينات لمقاومة الامراض والحشرات ويمكن استعمالها في التربية وتهجين الذرة الصفراء الاعتيادية مع الانواع الثنائية باتباع تقنيات معينة.

اما الجنس الثاني فهو teosinte (euchlaena) وموطنه جنوب المكسيك وغواتيمالا ويعد من اقرباء الذرة الصفراء وتحتوي على ١٠ ازواج من الكروموسومات ($2n = 2X = 20$) ويمكن تهجينه مع الذرة الصفراء لانتاج هجين خصب. ال teosinte احادية المسكن ايضاً اي لها نورات ذكرية وانثوية منفصلة على النبات. تحمل السنبلة الانثوية ٦ – ١٢ حبة في تراكيب وأغلفة مثلثة وتنفصل البذور وتنفرط عند النضج مكونة وسيلة طبيعية لانتشار البذور.

تم اقتراح موقعين لمركز نشأة الذرة الصفراء وهما : (أ) مرتفعات في بيرو والاكوادور وبوليفيا و (ب) منطقة في جنوب المكسيك وامريكا الوسطى. فقد تم الحصول على أنماط من كلا المنطقتين وتم تقديم العديد من النظريات عن منشأ الذرة ولكن العلاقة الاكيدة بين teosinte و tripsacum وذرة pod corn التي وجدت في التنقيبات الاثرية لاتزال غير محلولة بشكل كامل.

تم جمع ١٢,٠٠٠ عينة من ٤٦ قطراً مختلفاً وهي مخزونة في المركز العالمي لتحسين الذرة الصفراء والحنطة CIMMYT في المكسيك كذلك توجد مجموعات مماثلة في الولايات المتحدة الامريكية وكولومبيا وبيرو. عادة توجد ضروب عدة من الذرة الصفراء مثل الذرة الشامية ، الذرة المنغوزة ، الذرة الصوانية وذرة الطحين والذرة الشمعية ولكل من هذه الضروب اصناف عديدة. وفي العراق توجد بعض الاصناف مفتوحة التلقيح مثل لالتي وهي ذرة هندية وبعض الاصناف المحلية الاخرى المنتشرة في محافظة الانبار ونينوى.

وراثة الذرة الصفراء :

تعد الذرة الصفراء من اكثر المحاصيل التي تعرضت للابحاث الوراثية والسايتولوجية بشكل واسع. وتم التعرف على مئات المواقع الجينية المختلفة ورسمت خرائط الارتباط لتعيين المسافات بين الجينات في كل من الكروموسومات العشرة. وكانت الدراسات الوراثية واسعة بسبب : (أ) زراعة الذرة على نطاق واسع ومهمة جداً من الناحية الاقتصادية (ب) يمكن عمل التلقيح الذاتي والتهجين بسهولة (جـ) يمكن الحصول على عدد كبير من البذور من تلقيح واحد (د) من السهولة ملاحظة الصفات لغرض الدراسة (هـ) احتواء الذرة الصفراء على عدد من الصفات المتنحية التي تظهر نتيجة التربية الداخلية او التعرض للعوامل المطفرة. (و) العدد الكروموسومي صغير ($2n = 2X = 20$) (ز) يمكن تمييز الكروموسومات من الطول ووجود عقد knobc متميزة في بعض الكروموسومات.

كذلك فإن نظام إنتاج الهجن في الذرة الصفراء قد ساعد في زيادة الحماس لاجراء الدراسات الوراثية الواسعة في المحصول. فقد اجريت دراسات واسعة حول انسجة البذور، صبغة الانثوسايانين والكلوروفيل واصباغ الكاروتين، ومورفولوجيا النبات، وانظمة التنظيم الجيني وانظمة الوراثة السايتوبلازمية. كما تم الحصول على صفات طافرة عديدة عن طريق الاشعاع والمطفرات الكيمياوية. وقد ساهمت الدراسات الوراثية في الذرة الصفراء بمعلومات كثيرة عن الجين والفعل الجيني واجريت أغلب الدراسات عن العنفوان Heterosis على نبات الذرة الصفراء. هناك مجلات متخصصة في الذرة الصفراء مثل مجلة اخبار وراثة الذرة الصفراء التعاونية Maize Genetics Cooperation Newsletter في قسم الحقليات / جامعة ميسوري – كولمبيا الولايات المتحدة الامريكية.

التلقيح في الذرة الصفراء :

يعتمد فهم طرق تربية الذرة الصفراء على معرفة سلوك التلقيح في الذرة وتأثير طرق التلقيح على التكوين الوراثي لنبات الذرة. تنتج الازهار الذكرية في النورة الذكرية tassel اما الازهار الانثوية فتنتج على الساق عند أباط الاوراق. تنجز عملية التلقيح بنقل حبوب اللقاح من النورة الذكرية الى الحريرة (مياسم النورة الانثوية) وتكون حوالي ٩٥٪ من البويضات ذات تلقيح خلطي و ٥٪ تلقيح ذاتي حيث ان أغلب حبوب اللقاح التي تلقح العرنوص في الذرة الصفراء يأتي عادة من النباتات المجاورة ، ولكن يمكن ان تنتقل بواسطة الريح من مسافات بعيدة ، فليس من الغريب ملاحظة حبوب صفراء على نباتات ذرة حبوب بيضاء وان كان حقل الذرة المزروع بالذرة الصفراء على مسافة ١٠٠٠ متر.

ينتهي الساق الرئيس لنبات الذرة بنورة ذكرية تحتوي على سنيبلات كل منها يحتوي على زهرتين ولكل منها ثلاثة متوك وتنطلق حبوب اللقاح من المتك البارز. وقد قدر أن نورة ذكرية واحدة من نبات اعتيادي يمكن ان تنتج ٢٥,٠٠٠,٠٠٠ حبة لقاح أو بمعدل ٢٥,٠٠٠ حبة لقاح لكل حبة في العرنوص الذي يحتوي على ٨٠٠- ١٠٠٠ حبة. يبدأ نفاض حبوب اللقاح قبل ١ - ٣ ايام من خروج الحريرة من ساق النبات ذاته وعادة تستمر لفترة عدة ايام بعد ان تصبح حريرة النبات جاهزة للتلقيح. وفي الجو الحار والجاف ينتهي نفاض حبوب اللقاح بشكل مبكر ويتأخر تطور العرنوص وخروجه من الساق ، وغالباً مايؤدي ذلك الى فشل تلقيح العرانيص التي تخرج من الساق. تنشأ سويقة العرانيص كنوع من العقد الموجودة في وسط الساق تقريباً- ويتألف العرنوص من سويقة تنشأ منه أغلفة تنتهي في العرنوص الذي تنشأ عليه الازهار الانثوية. تتولد السنيبلات على شكل ازواج وكل سنيبلة تحتوي عادة على مبيض خصب وآخر عقيم. وينتج عن ذلك عدد زوجي من سطور الحبوب في العرنوص. في بعض الاصناف من الذرة الحلوة مثل صنف Country genetelman اخصاب البيضة الثانية الذي يسبب تزاحم وسطور شاذة في العرنوص. تعمل الحريرة الطرية كميسم وقلم حيث تقبل حبوب اللقاح على طول القلم. تحصل عملية الاخصاب بعد ١٢ - ٢٨ ساعة من التلقيح. ان الجفاف الشديد يمكن ان يقود الى تأخير ظهور سويق العرنوص الذي قد يترافق مع انتهاء نفاض حبوب اللقاح وبذلك فشل التلقيح والحصول على عرانيص خالية كلياً او جزئياً كما يحصل من الزراعة الربيعية في العراق بفعل ارتفاع درجات الحرارة اثناء موسم التزهير.

تحت الظروف المناسبة تحتفظ حبوب اللقاح بحيويتها لفترة ١٢- ١٨ ساعة ولكن يمكن ان تموت بعد ساعات من التعرض للحرارة والجفاف. يمكن ان تؤدي الرياح الجافة

والحارة النورة الذكرية. بحيث لاتنفض حبوب اللقاح او يمكن ان تقود الى خفض رطوبة الحريرة بحيث تؤدي الى منع انبات حبوب اللقاح او انها تنبت ولكنها تفشل في المحافظة على نمو الانبوبة اللقاحية. يمكن الاحتفاظ بحيوية حبوب اللقاح لفترة ٧- ١٠ ايام بجمعها من النورة الذكرية قبل النفاض وحفظها في الثلاجة يطلق على الذرة الصفراء المكثرة من بذور منتجة من تلقيح غير مسيطر عليه بالذرة المفتوحة التلقيح open pollinated حيث ان كل بذرة منتجة من الذرة عن طريق هذا النوع من التلقيح يمكن ان يكون لها أباً ذكراً مختلفاً ولذلك لاتكون حتى بذرتين من العرنوص بذات التركيب الوراثي وان حقل الذرة المفتوحة التلقيح عبارة عن خليط من عدة هجن معقدة.

طرق تربية الذرة الصفراء :

أ- الادخال :

لعبت طريقة الادخال دوراً مهماً في ادخال انواع الهجن والاصناف التركيبية وسلالات التربية المختلفة الى العراق والتي ساهمت ببدء عمليات تربية الذرة الصفراء وفي واقع الحال فان مدى التباين الوراثي الموجود ليس كبيراً بفعل محدودية الاصناف والسلالات والعمل محدود في مجال التربية. ويتطلب هذا العمل باستمرار ادخال السلالات الجديدة واختبارها تحت ظروف القطر العراقي. كذلك من الضروري جمع الاصول الوراثية للذرة الصفراء وحفظها ودراستها بهدف ادخالها في برامج تربية الذرة الصفراء المختلفة. من الاصناف التي تم ادخالها للقطر الهجين تكساس ٣٤ والصنف التركيبي نيليوم والاصناف ١٠٥ و ٥٠١.

ب- الانتخاب الاجمالي :

الانتخاب الاجمالي احدى الطرق الشائعة في تربية الذرة الصفراء والتي استعملت منذ القدم ولحد الآن. وفي هذه الطريقة تنتخب عرانيص الذرة على اساس صفات النبات والعرنوص. عادة تفرط بذور العرانيص المنتخبة وتزرع بشكل خليط. ان وحدة الانتخاب هو العرنوص لسهولة تناوله وزراعة بذوره. تستعمل طريقة الانتخاب الاجمالي لغرضين : (أ) المحافظة على الاصناف الموجودة و (ب) استنباط اصناف جديدة حيث يختار المزارع عرانيص ذرة جيدة لزراعة محصوله في السنة القادمة فهو مربي ويمكنه تغيير سمات الذرة التي يزرعها عن طريق الانتخاب المظهري لصفة معينة في النبات او صفات البذور. وقد أضاف هذا تغايراً بين الاصناف ومراراً ماأدى الى استنباط اصناف جديدة.

وتم تطوير العديد من الاصناف المتأقلمة والمفتوحة التلقيح في الذرة الصفراء عن طريق الإنتخاب الاجمالي ، ومن التأثيرات الواضحة التي نحصل عليها نتيجة الانتخاب الاجمالي في الصفات الظاهرية للنبات مثل موعد النضج ، ارتفاع النبات ، شكل العرنوص والحبة. وان الاستمرار في الانتخاب الاجمالي ولعدة سنوات ولصفات نباتية معينة يعرف بتأثرها القليل بالظروف البيئية ادى الى الحصول على اصناف تلبي حاجة المربي كذلك تم تربية اصناف ذات اقلمة لمناطق بيئية جديدة او لاغراض معينة مثل الانتخاب للعرانيص ذات القولحة الكبير ادى الى استنباط صنف ميسوري للبايب (الغليون) والذي يستخدم في صناعة بايبات الذرة المعروفة. وقد أشار Poehlman 1983 الى ان استعمال الانتخاب الاجمالي لتحسين مظهر الاصناف لم يرافقه زيادة في حاصل الحبوب وهذا يعود الى : (أ) عدم قدرة المربي على التعرف على التراكيب الوراثية المتفوقة في المجتمعات الخليطة من الاصناف المفتوحة التلقيح. (ب) تلقيح التراكيب الوراثية المتفرقة من قبل تراكيب اخرى متفوقة ورديئة (اي لايعرف الاب) وبذلك لايمكن الحصول على الامكانية الكامنة للحاصل في النسل ، (جـ) ان حقيقة الانتخاب لصفة معينة يؤدي الى حصول التربية الداخلية وبذلك يخفض الحاصل و (د) استناد الانتخاب على اساس النبات المفرد ولذلك لاتوجد طريقة لقياس التأثر البيئي على الحاصل.

على العموم في السنين الاخيرة تجدد الاهتمام في طريقة الانتخاب الاجمالي لكونها من أبسط الطرق وامكانية ان تكون مؤثرة في تحسين الحاصل اذا ماكان هدف الانتخاب هو صفة الحاصل كهدف رئيس من الانتخاب. ولذلك طورت طرق الانتخاب الأجمالي الى الانتخاب الاجمالي الشبكي Grid system حيث يقسم الحقل المزروع الى مربعات كل مربع يحتوي على عدد من النباتات ويتم انتخاب أثقل العرانيص من كل مربع وتستعمل للزراعة في الموسم التالي. وباعادة طريقة الانتخاب هذه امكن تحسين صفة الحاصل في كل دورة انتخابية. كذلك تم استخدام أدلة انتخاب اخرى مثل (أ) قوة النمو وانتخاب نباتات قوية (ب) عرانيص كبيرة ومملوءة (جـ) انتخاب عرانيص من نباتات خالية من الامراض.

جـ - طريقة العرنوص الى السطر:

تشمل الطريقة على انتخاب عدد من العرانيص على اساس الصفة المرغوب فيها ثم تقويم هذه العرانيص بطريقة اختبار النسل Progeny test. تنتخب العرانيص للدورة القادمة للانتخاب من الأنسال التي تعطي اعلى معدل للصفة المرغوب فيها (الحاصل او

التركيب الكيمياوي). استعملت الطريقة في الانتخاب لنسبة البروتين والزيت في الحبة في تجربة مستمرة منذ حوالي ٧٠ سنة. كما ان هذه الطريقة مؤثرة في الانتخاب لاجزاء النبات المختلفة مثل ارتفاع النبات ، والعرنوص وزاوية العرنوص ، ومساحة الورقة ولكنها غير مهمة لتحسين صفة الحاصل. ادخلت بعض التعديلات على الطريقة من قبل (1964) Lonnquist وهي طريقة الانتخاب التكراري للعرنوص الى السطر المحورة Modified Ear – to – row Recurrent selection بحيث يمكن عزل التأثيرات البيئية عن تأثيرات الجين وبذلك يمكن زيادة الحاصل بطريقة الانتخاب عرنوص الى سطر.

خطوات الطريقة :

أ– تفريط ٥٠– ١٠٠ عرنوص بصورة منفصلة. يزرع قسم من بذور العرنوص بشكل عرنوص الى سطر. تعلم البذور المتبقية من كل عرنوص وتخزن بصورة منفصلة.

ب– يتم اخذ البيانات من كل سطر للصفات المرغوب فيها وتحصد لغرض الحاصل وبشكل يمكن التعرف على السطور المتفوقة.

جـ– يتم خلط البذور المتبقية من العرانيص التي اثبتت تفوقها في صفة الحاصل وتستعمل لزراعة الالواح في السنة التالية ثم تنتخب العرانيص من هذا اللوح وتعاد الدورة في السنة التالية.

جـ – التهجين بين الاصناف :

لعب التهجين في الذرة الصفراء دوراً ذا وجهين في تربية الذرة ، فقد أوجد التهجين المادة الاساسية للاصناف الاعتيادية التي انتخبت واستقر حاصلها بالانتخاب الاجمالي. وأعطت التهجينات المعلومات الاولية عن قوة الهجين للحاصل في الذرة ولهذا ساعدت في العمل الثاني وهو التربية الداخلية Inbreding ومن ثم التهجين. وكان التهجين بين الاصناف احد العوامل المهمة في التنويع العالي للذرة في المكسيك ماعدا بعض الحالات القليلة فان تهجينات الذرة الصوانية × الذرة المنغوزة او ذرة الطحين × الذرة المنغوزة تنتج حاصلاً اعلى من حاصل أعلى أب. اما تهجين الذرة المنغوزة × المنغوزة فأعطى تفوقاً اقل. وبصورة عامة تعطي التهجينات تفوقاً كبيراً فيما اذا كان حاصل الابوين عالياً ويختلفان في الشكل. عموماً تستعمل الطريقة على نطاق ضيق في انتاج الذرة الصفراء.

د- استنباط الاصول النقية :

الذرة الصفراء من المحاصيل الخلطية التلقيح لذا صار من الضروري القيام بالسيطرة على عملية التلقيح الذاتي وتتم السيطرة بتغطية العرنوص قبل ظهور الحريرة بكيس صغير، وبعد ظهور الحريرة تغطى النورة الذكرية بكيس وبعد يوم تنقل حبوب اللقاح المتجمعة في الكيس وتوضع على الحريرة (المياسم) للنبات المرغوب فيه. كانت السلالات الذاتية تؤخذ من الاصناف المفتوحة التلقيح وتستخدم هذه السلالات كآباء لانتاج الاصناف التركيبية اوكجيل ثان او رجعي يمكن استنباط سلالات ذاتية منه. وكان يعتمد طرق العزل المباشر لعزل السلالات Direct Isolation Method مثل : (أ) الطريقة القياسية Standard Method حيث تتبع الخطوات التالية :

١. التلقيح الذاتي حيث تنقل حبوب اللقاح من النبات الى الحريرة لنفس النبات
٢. ينتخب النبات المطلوب تلقيحه ذاتياً على اساس نشاطه في النمو وخلوه من الامراض او صفات مرغوب فيها اخرى. وبسبب كون هذه الصفات غير ظاهرة عند التلقيح فيجب ان يعاد الانتخاب عند الحصاد لاهمال النباتات التي تعكس صفات غير مرغوب فيها.
٣. تزرع العرانيص المنتخبة (ذاتية التلقيح) بشكل عرنوص الى سطر في الموسم القادم ويمارس الانتخاب بين وضمن الانسال المختلفة وتستعمل عرانيص النباتات المرغوب فيها ضمن الانسال المتوقعة للتلقيح الذاتي في الجيل المقبل.
٤. بعد ٣- ٤ اجيال من التلقيح الذاتي يبدأ ظهور السلالات المتميزة والنقية.

عادة يحصل انخفاض في قوة النبات خلال الاجيال الاولى من التلقيح الذاتي الذي يحصل نتيجة زيادة تكرار الجينات المتنحية. وكانت العلاقة خطية لاكثر من ٩٢٪ من مجموع التباين الوراثي لارتفاع النبات والعرنوص والحاصل Hallauer Sears 1973 ان معدل الطفرات في الصفات الكمية للنبات والعرنوص كانت ٤,٥ لكل ١٠٠ كافيت وهي اعلى من الطفرات في الصفات النوعية التي لها معدل ($١٠^{-٥}$) وعلى العموم لايوجد دليل على عدد وصفات الطفرات لافتقارنا الى معلومات عن عدد الجينات التي تتحكم بالصفات الكمية. ولانخفاض معدل الطفرات فان استقرار السلالات النقية يعتمد على الاستمرار في عملية الانتخاب للشكل المطلوب.

ب- طريقة الجورة المفردة : Single – Hill method

وهذه تحوير للطريقة السابقة حيث تختلف عنها باحلال جورة واحدة تحتوي على ثلاثة نباتات بدلاً من سطر النسل في كل جيل من التلقيح الذاتي. تسمح الطريقة في العمل مع عدد كبير من السلالات في مساحة محدودة ولكنها تقلل من الفرصة للانتخاب ضمن كل سلالة. استعملت الطريقة لاستنباط سلالات عشوائية للدراسات النظرية ولم تستخدم لاستنباط السلالات التجارية.

جـ- طريقة انتخاب النسب Pedigree Selection

لاتختلف الطريقة كثيراً عن طريقة النسب ماعدا كون الآباء تنتخب على اساس هجين معين. في هذه الطريقة يتم اختيار الآباء النقية بالتلقيح الذاتي التي لكل منها خصائص معينة مرغوب فيها. تهجن الآباء ويستنبط منها العديد من السلالات بالطريقة الاعتيادية (اي بالتلقيح الذاتي والانتخاب).

د- طريقة الثنائيات الاصيلة : Homozygous Diploid

حيث تعتمد على طريقة الاحاديات الحية . فمن الممكن الحصول على نباتات احادية بتكرار ١ لكل ١٠٠٠ بادرة ومن ضمن هذه الاحاديات كان النسل الناتج عن التلقيح الذاتي هو بتكرار (١) الى (١٠) اي نحصل على سلالة نقية بتكرار ١/١٠٠٠٠ من البادرات المدروسة. وان مدى نجاح الطريقة بهدف الاستعمال التجاري قليل.

وقد حصل Goodsell عام ١٩٦١ على نبات احادي من تنمية حبوب اللقاح لعدة سلالات. وقد فسحت الطريقة المجال لضم جين العقم السايتوبلازمي في جيل واحد اذا قورنت بفترة ٦ – ٨ أجيال من التهجين الرجعي.

الذرة الهجين : Hybrid corn

كانت محاولات تحسين صفة الحاصل في الاصناف المفتوحة التلقيح مخيبة للامال رغم امكانية تغيير صفات مظهرية عديدة في الصنف عن طريق الانتخاب الا ان التقدم كان ضئيلاً في طريقة رفع القابلية الانتاجية للصنف. يتضمن الحصول على نباتات عالية الانتاجية الحصول على توافقات جينية معينة ، وعلى العموم لايمكن المحافظة على هذه التوافقات في نسل النباتات العالية الانتاجية وذلك لكون النباتات تتلقح من نباتات جيدة

وضعيفة وجميعها على درجة عالية من الخلط ، وقد جاء تطوير مفهوم الذرة الهجين كوسيلة للسيطرة على التركيب الوراثي بحيث يمكن الابقاء على النباتات العالية الانتاج ضمن حقل الذرة الواحد.

فقد بدأت حقبة جديدة في تربية الذرة الصفراء عام ١٩٠٩ عندما اقترح الدكتور G.H. Shull طريقة لانتاج الذرة الهجين ومن الدراسات عن التربية الداخلية والتهجين وضع Shull خطته التي تتضمن الآتي :

أ- التربية الداخلية لغرض الحصول على السلالات النقية

ب- تهجين السلالات النقية لانتاج الهجن المفردة

أدت هذه الخطوات الى ثورة في تربية الذرة الصفراء ، حيث تستخدم هجن الذرة في ٩٥٪ من المساحة الكلية المزروعة بالذرة في العالم (في الولايات المتحدة ١٠٠٪ من المساحة تزرع الهجن).

وفي الوقت الحاضر تعني هجن الذرة النسل الناتج من تهجين سلالات نقية لتعطي اما هجناً فردية أو زوجية او متعددة او اصنافاً تركيبية (جدول ٢١ - ٣) وكما ذكرنا سابقاً تمت الاستفادة من العقم الذكري السايتوبلازمي في الحصول على البذور الهجينة (٢١ - ٣). الصعوبة الرئيسة التي تكمن في استعمال هجن الذرة هو اضطرار المزارع الى شراء البذور الهجينة دائماً في كل مرة يروم في زراعة حقله بالذرة. حيث انه ان حاول ان يعيد زراعة البذور الهجينة مرة ثانية من بذور الجيل الاول فان انخفاضاً في الحاصل سيحصل وانعزالات غير مرغوب فيها للصفات. وحيث ان انتاج البذور من عدد محدود من الآباء والتهجينات ولذلك فان هناك تبايناً محدوداً في الحقل. ولذلك فاذا اجتاح وباء لهذه الهجن فستحل كارثة بالمزارع وهذا ماحصل في الولايات المتحدة عام ١٩٧٠ عندما اجتاح مرض اللفحة الجنوبية حقول الذرة وعلى نطاق واسع.

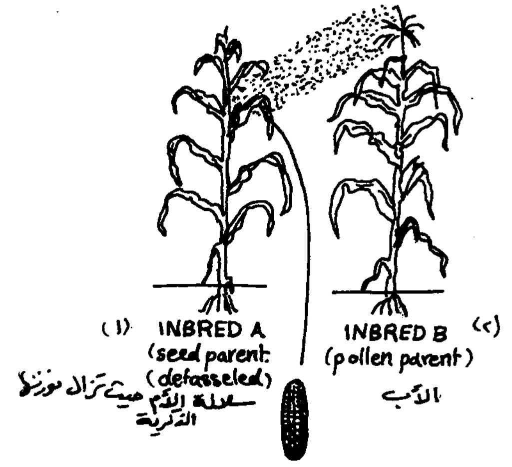
الاهداف الرئيسة في تربية الذرة الصفراء :

تشمل الاهداف الرئيسة في تربية الذرة الصفراء تحسين الحاصل ، والاستجابة لاضافة الاسمدة ، والتبكير في النضج والمقاومة للحرارة ، والجفاف ، والاضطجاع ، والامراض ، والحشرات ، وسقوط العرانيص والنوعية مثل زيادة نسبة البروتين او محتوى الزيت.

جدول (٢١-٣) : انواع الهجن الذي يعتمد على عدد وترتيب السلالات الابوية النقية.

شكل الهجين	النسب
١. التهجينات القمية	X(A) صنف مفتوح التلقيح أو X (BXA) صنف مفتوح التلقيح
٢. هجين مفرد	(A X B)
٣. هجين مفرد محور	(A X A^1)X(B)
٤. هجين سلالات اختية	(A X A^1) X (B X B^1)
٥. هجين ثلاثي	(A X B) X (C)
٦. هجين ثلاثي محور	(A X B) X (C X C^1)
٧. هجين مزدوج	(A X B) X (C X D)
٨. هجين مزدوج رجعي	(A X B) X A X (C X D) X C
٩. هجين مفرد رجعي	(A x B) X (C X D) X C
١٠. هجن متعددة	(A X B) X (C X D) (E X F) X (GXH)
١١. أصناف تركيبية	جمع العديد من الهجن بين السلالاتِ النقية.

عن : Jugenheimer ص 377



شكل ٢١ – ٣. الهجين المفرد Single cross في الذرة الصفراء. عادة يتم إزالة النورة الذكرية للسلالة الام (A) ثم يتم تلقيحها من السلالة (B). يزرع الهجين المفرد من قبل المزارع.

تربية فول الصويا

مقدمة :

يكتسب محصول فول الصويا أهمية متزايدة في القطر العراقي والعالم. من الدول الرئيسة في انتاج محصول فول الصويا هي الولايات المتحدة الامريكية (تنتج حوالي ٥٠٪ من الانتاج العالمي) والصين الشعبية والبرازيل (حوالي ٣٥٪) والنسبة المتبقية تتوزع في أقطار آسيا وأمريكا الجنوبية. اما في العراق ورغم مباشرة ادخاله منذ الخمسينات الا انه لايزال محصولاً تجريبياً ولم يدخل الى مرحلة الانتاج عند المزارع الا بنطاق محدود رغم ثبوت نجاحه من التجارب في وزارة الزراعة والجامعات العراقية. لم يكن التوسع في زراعة محصول فول الصويا ممكناً بدون التقدم الذي حصل في تربية الأصناف العالية الانتاجية، المقاومة للأمراض والمتأقلمة لمناطق بيئية معينة ومكننة عمليات الزراعة والحصاد.

منشأ ووراثة فول الصويا :

نشأ محصول فول الصويا في الشمال الشرقي من الصين وتم استئناسها حوالي ١١٠٠ سنة ق.م. ومن هذه المنطقة انتشر محصول فول الصويا الى كوريا، واليابان، وجنوب الصين وادخل الى الولايات المتحدة عام ١٨٠٤ م حيث كانت تستعمل كمحصول علفي.

فول الصويا أحد أعضاء الجنس Glysine وهناك ثلاثة أجناس ثانوية تحت هذا الجنس (وهي Glysine و Bracteata و Soja) وتسعة أنواع (الجدول ٢١ - ٤). يحتوي الجنس الثانوي Glysine على ستة أنواع، عدد الكروموسومات فيها يتراوح بين $2n = 40$ و $2n = 80$ أو خليط من $2n = 40$ و $2n = 80$. يحتوي النوع *G. wightii* من الجنس الثانوي Bracteata وهو خليط في عدد الكروموسومات من $2n = 22$ و $2n = 44$. اما النوع G. Soja الذي كان يدعى *G. ussuriensis* و *G. max* وهو فول الصويا المزروع فيؤلف الجنس الثانوي الثالث ولكلا النوعين عدد كروموسومي $2n = 40$.

ويمكن ان يتهجنا بصورة حرة ولكنها لايتهجنان مع Glysins و Bracteata. ولم يتم الحصول على G. max بشكل بري ويعتقد أن سلفه هو *G. Soja* والعدد الكروموسومي الأساسي هو $X = 10$.

جدول ٢١ – ٤ . أنواع فول الصويا

النوع	العدد الكروموسومي	بري أو مزروع
	تحت الجنس الثانوي Glysin	
G. clandestina	40	بري ، معمر
G. falcata	40	بري ، معمر
G. latrobeana	— — —	بري ، معمر
G. canescens	40	بري ، معمر
G. tabacina	80	بري ، معمر
G. tomentella	80, 40	بري ، معمر
	تحت الجنس الثانوي Bracteata	
G. wightii	44, 22	متسلقة معمر محدود في الزراعة
	تحت الجنس الثانوي Soja	
G. soja	40	بري ، متسلق حولي
G. max	40	مزروع وحولي

عن Poehlman (1983) ص 258 .

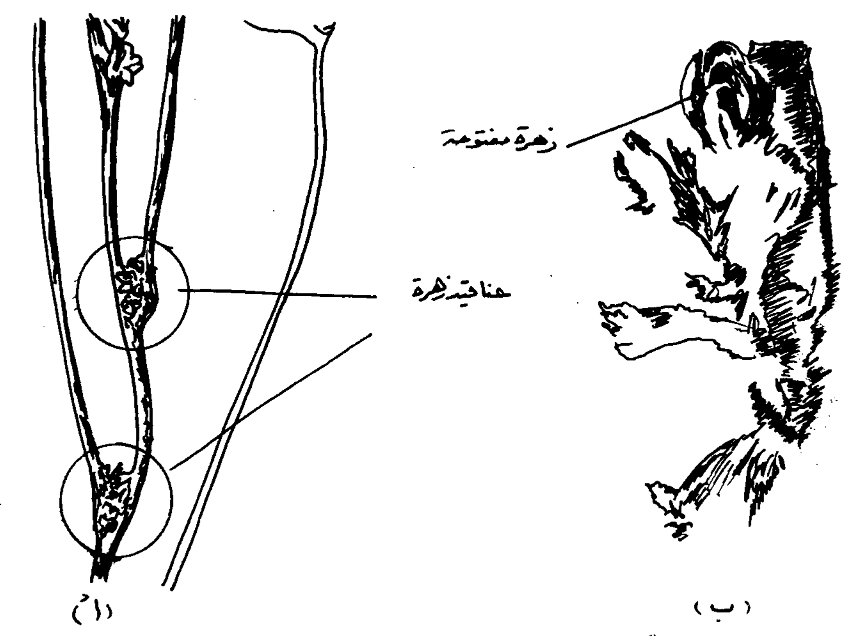
ان المعلومات الوراثية في فول الصويا قليلة اذا ماتمت مقارنتها بالحنطة والذرة الصفراء والشعير ويعود ذلك الى حداثة المحصول وقد تركزت الابحاث خلال فترة التوسع في زراعته على التربية وركزت الدراسات الوراثية في الاجابة على أسئلة لتنفيذ برامج التربية في الولايات المتحدة الامريكية . شملت الدراسات الوراثية في فول الصويا على الصفات المورفولوجية ، وتثبيت النتروجين ، والمقاومة للأمراض والحشرات ، ومكونات نوعية البذور وصفات كمية صممت لمعرفة اشكال الفعل الجيني وقد رسمت خرائط ارتباط لثمانية أو أكثر من الكروموسومات .

الوصف النباتي لفول الصويا :

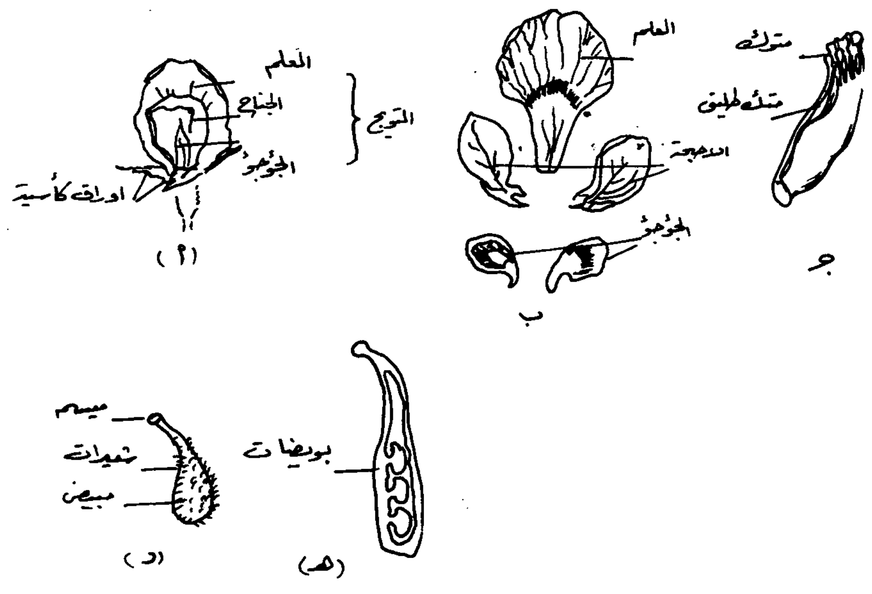
نبات فول الصويا المزروع قائم وورقي يبلغ ارتفاعه ٣٠ - ١٠٠ سم وهو نبات حولي، واذا مااعطي مساحة كافية فانه سيتفرع بشكل كثيف. لبعض أصناف فول الصويا خاصية النمو باستمرار indeterminate يبدأ التزهير فيه قبل توقف استطالة السيقان. تتولد الأزهار في أباط الأفرع الجانبية. للأصناف الاخرى خاصية النمو المنتهية determinate حيث تتولد الازهار في أباط الأفرع والاطراف. يتوقف الساق عن الاستطالة بتمايز البرعم الطرفي. تتأقلم الانماط غير المنتهية الى مواسم النمو القصيرة ويستمر النبات بانتاج الازهار والبذور قبل ان يكتمل نمو النبات. أما الأنماط المنتهية فهي تتأقلم في ظروف الموسم الطويل حيث يكتمل نمو النبات، ثم يبدأ النبات في الازهار ثم نضوج القرنات والبذور. يتحكم في طبيعة النمو المنتهي جين منتج dtidti.

لأغلب اصناف فول الصويا شعيرات أو زغب على السيقان والأوراق والقرنات ويتراوح عدد البذور في القرنة من ١ - ٥ بذور ومن الشائع ٢ - ٣ بذور في قرنة الأصناف التجارية. يتراوح وزن البذور من ٥ - ٥٥ غم / ١٠٠ بذرة. البذور ذات الحجم الكبير تكون في أصناف الخضراوات. لون غلاف البذور يتراوح بين ألوان الأصفر، والاخضر والقهوائي والأسود أو توافقات بين هذه الألوان. لون الفلقة في البذور الناضجة اما ان يكون اصفر أو أخضر. لون السرة hilum يمكن ان يتغاير ايضاً. لون الأزهار اما بنفسجي أو أبيض.

اعتيادياً محصول فول الصويا ذاتي التلقيح وتتولد الأزهار بشكل عناقيد من (٣) الى (١٥) زهرة (شكل ٢١ - ٤). تسقط العديد من الازهار دون تكوين القرنات. يتألف التويج من خمس بتلات مفصولة تضم المدقة وعشرة متوك (شكل ٢١ - ٥). تتطور المتوك بشكل انبوب حول المدقة حيث تسقط حبوب اللقاح بشكل مباشر على الميسم. تتفتح الزهرة بشكل مبكر في الصباح على الرغم من تأخير التفتح في الجو البارد الرطب. وفي الفترات الطويلة من التعرض لدرجات الحرارة المنخفضة أو الأيام القصيرة فانها يمكن ان تؤدي الى انتاج أزهار مغلقة لاتتفتح. في الحالات الاعتيادية تنثر حبوب اللقاح بفترة زمنية قصيرة قبل أو بعد تفتح الزهرة ولكن يمكن انتشار حبوب اللقاح ضمن البرعم الزهري. ويحصل في بعض الأحيان بعض التلقيح الخلطي وتتراوح نسبته بأقل من ١٪. تكون حبة اللقاح في فول الصويا ثقيلة ومن النادر ان تحملها الريح ولكن يمكن ان تحمل من الزهرة الى اخرى بواسطة الحشرات ومن النادر حصول التلقيح الخلطي الطبيعي لمسافة أكثر من ١٠ - ١٥ متراً (Poehlman, 1983).



شكل ٢١ – ٤ . (أ) أزهار فول الصويا التي تتولد بشكل عناقيد مكونة من ٣ – ١٥ زهرة في أبسط الفرع . (ب) عنقود زهري واحد لفول الصويا . يلاحظ الزغب على الساق .



شكل ٢١ – ٥ . زهرة فول الصويا . (أ) زهرة مفردة مفتوحة موضحة فيها التويج والأوراق الكأسية . (ب) اجزاء الزهرة وفيها العلم والأجنحة والجؤجؤ . (جـ) تسعة أسدية ملتحمة بشكل أنبوبة حول المدقة وأحد المتوك طليقاً . (د) المدقة وهي مغطاة بشعيرات قصيرة . (هـ) مقطع في المدقة لزهرة ناضجة موضحاً فيها البويضات . (عن Poehlman, 1983 ص 261) .

الاخصاء والتلقيح :

ان عملية التلقيح الخلطي الاصطناعي في فول الصويا عملية متعبة وذلك لصغر الأجزاء الزهرية وان تكوين البذور يكون أقل مما في محاصيل الحبوب . تكون الأزهار جاهزة للاخصاء بمجرد ظهور البتلات عند خروج الزهرة من البرعم . تزال البتلات والسبلات لغرض اظهار حلقة المتوك المحيطة بالمدقة . ويجب العناية من عدم حصول التلقيح الذاتي عند ازالة المتوك . يمكن اجراء التلقيح بمسح المتك الناضج على الميسم . ويعد اختيار المتوك ذات حبوب اللقاح الناضجة من الأمور الأساسية لغرض الحصول على نسبة من البذور من التهجين. يختلف مربون النبات في اجراء التلقيح فالبعض يلقح في أي وقت بالنهار الذي تتوفر فيه حبوب اللقاح الطازجة ، والبعض الآخر يفضل فترة مابعد الظهر. يمكن جمع الازهار للتلقيح وخزنها في مجفف لغرض استعمالها في وقت آخر من اليوم . يمكن جعل الاصناف المبكرة والمتأخرة تزهر في وقت واحد وذلك بتغيير الفترة الضوئية او درجة الحرارة . وقد استخدم التطعيم للنبات المتأخر في التزهير على أصل مبكر بهدف الحصول على تبكير في ازهار الصنف المتأخر.

تتباين أصناف فول الصويا في احتياجها لطول النهار لغرض التزهير. فان بقيت درجات الحرارة ثابتة بصورة نسبية فان بالامكان تقصير الفترة الى التزهير بتقصير طول النهار أو يمكن زيادة الفترة بزيادة طول النهار. ويمكن ان يتأثر عدد الأيام للتزهير ضمن مدى ١٠ – ٣٠ مْ. ان زيادة درجة الحرارة ضمن هذا المدى يسرع التزهير وان خفض درجة الحرارة يؤدي الى تأخير التزهير.

العقم الذكري الوراثي :

تم التعرف على جين العقم الذكري $ms_1 ms_1$ في فول الصويا حيث أن وجود هذا الجين يؤدي الى منع التطور الطبيعي للمتوك الاعتيادية ذات حبوب اللقاح الحية وبذلك يندر حصول التلقيح الذاتي في النبات الحامل لهذا الجين. يمكن نقل هذا الجين الى الأصناف الاخرى عن طريق التلقيح الرجعي . يساعد هذا الجين في عملية التهجين في برامج التربية أو زيادة التلقيح العشوائي في مجتمع التربية . لايختلف النبات العقيم ذكرياً عن النبات الاعتيادي حتى يصل النبات الى مرحلة اعطاء القرنات حيث يفشل النبات العقيم ذكرياً في اعطاء القرنات واحياناً يبقى النبات العقيم ذكريا أخضر لفترة أطول مقارنة بالنباتات الاعتيادية الذي قد يستخدم كدالة لانتخاب النباتات العقيمة ذكرياً ، حيث تنتخب النباتات الخضراء او ذات القرنات الممتلئة جزئياً بعد أن تسقط النباتات

الاعتيادية أوراقها في وقت الحصاد. فان كانت النباتات المنتخبة ذات عقم ذكري حقيقي فان الامتلاء الجزئي للقرنات يكون دليلاً على حصول التلقيح الخلطي الرجعي. وعند زراعة البذور تنعزل الى نباتات عقيمة ذكرياً ونباتات خصبة.

أصناف فول الصويا :

تجمع أصناف فول الصويا وفق الفترة الضوئية لتحديد مناطق أقلمتها. ويعرف في الوقت الحاضر ١٢ مجموعة نضج. يرمز لمجموعة النضج بالأرقام الرومانية بدأ من 00 لأبكر المجاميع التي تتأقلم الى ظروف الأيام الطويلة النهار وفصل الصيف القصير وتنتهي بمجموعة (x) المتأخرة بالنضج والتي تتأقلم مع ظروف النهار القصير للمناطق الأستوائية في جهتي خط الاستواء.

ويمكن تقسيم مجاميع أصناف فول الصويا على حسب موعد النضج :

١ . مبكرة جدا وتنضج بعد ٧٥ يوماً من الزراعة.
٢ . مبكرة نسبيا وتنضج بعد ٩٠ يوماً من الزراعة.
٣ . متوسطة التبكير وتنضج بعد ١١٠ يوم من الزراعة.
٤ . متأخرة النضج نسبيا وتنضج بعد ١٣٠ يوماً من الزراعة.
٥ . متأخرة النضج وتنضج بعد ٢٤٠ يوماً من الزراعة.

في العراق الصنف لي Lee من الأصناف المتأخرة في النضج وملائم للمنطقة الشمالية من القطر ويمكث ١٨٠ يوما في الأرض. أما الاصناف وليام Williams وكالاند Calland وكلارك ٣٦ Clark 36 فهي أصناف مبكرة.

هناك نشرة للبرنامج العالمي لفول الصويا في جامعة الينوى/ الولايات المتحدة الامريكية International Soybean Peogram at the University of Illinois, Urbana, Champain, U.S.A (INTSOY) تذكر فيه أسماء ٣٣٧ صنفاً من فول الصويا وسنة اطلاقه ومجموعة نضجه يمكن الاستعانة بها لجلب أصناف اخرى ملائمة للقطر العراقي. كذلك يهدف المركز الى جمع المزيد من المعلومات حول أقلمة فول الصويا في المناطق الاستوائية وشبه الأستوائية وتنظيم تجارب أصناف فول الصويا على النطاق الدولي. تصمم هذه التجارب بهدف اعطاء معلومات: (آ) مدى أقلمة فول الصويا (ب) اختبار أقلمة أصناف معينة تحت ظروف بيئية متباينة (جـ) اعطاء فرصة للعمل البحثي في مجال ادخال الأصناف ومقارنتها بالأصناف المحلية (د) تجهيز أصول وراثية لفول

الصويا في برامج التربية المحلية (هـ) معرفة الأمراض والآفات التي تصيب فول الصويا حول العالم.

هناك ايضا المركز الآسيوي لابحاث الخضراوات (AVRDC)
Asian Vegetable Research and Development Center

وهو مركز دولي للابحاث يقع في Shanhua في تايوان (الصين الوطنية) حيث يؤلف فول الصويا أحد ستة محاصيل تجرى عليها الأبحاث في المركز– يتركز الاهتمام على تربية وانتاج فول الصويا للمناطق شبه الاستوائية من آسيا، وتم تطوير مجموعة من الاصول الوراثية لأصناف فول الصويا واهتمام خاص لتربية فول الصويا لغرض مقاومة الأمراض الاستوائية خصوصا صدأ فول الصويا.

طرق تربية فول الصويا :

تستعمل في تربية فول الصويا ذات الطرق المستخدمة في تربية المحاصيل الذاتية التلقيح وهي :
أ. الادخال
ب. الانتخاب
جـ. التهجين
د. تحسين المجتمع
هـ. فول الصويا الهجين

الادخال :

لعب الادخال دوراً رئيساً في تربية فول الصويا في العراق والدول الاخرى من حيث تجهيزه برامج التربية بالاصول الوراثية التي جمعت من مناطق الأصل في منشوريا وكوريا واليابان. فمجموعة الأصول الوراثية في الولايات المتحدة الامريكية تحتوي على ٦٠٠٠ نمط وراثي تستعمل كمصدر للعديد من الجينات للتربية لمقاومة الأمراض والنيماتودا. ومن بين ٣٣٧ صنفا اطلقت ووضعت من قبل المركز الدولي INTSOY في عام ١٩٧٧ كان ١٠٦ اصناف منها نشأ عن طريق الادخال. وقد بدأ ادخال فول الصويا الى العراق منذ عقد الخمسينيات والأعوام التالية حيث تمخضت في التوصية بالاصناف الأمريكية لي Lee 74، وكالاند Calland وكلارك ٣٦ Clark 36 ووليام Williams.

الانتخاب :

بعد فترة من نشوء الأصناف عن طريق الادخالات أتت فترة نشأت خلالها عدة أصناف جديدة من فول الصويا عن طريق الانتخاب Selection . فالعديد من مجموعات البذور غير النقية عند التوزيع أو تنشأ نباتات شاردة بعد التوزيع من التهجينات الطبيعية أو الطفرات وبذلك يبذل جهد في تنقية هذه الاصناف عن طريق الانتخاب . أغلب الأصناف الناشئة عن طريق الانتخاب نشأ عن طريق الانتخاب الفردي Individual Plant Selection أو من أصل نقي ومن النادر استخدام الانتخاب الأجمالي .

التهجين :

بعد تنقية الادخالات الأولى لفول الصويا عن طريق الانتخاب وأكثار السلالات النقية وتوزيعها تكون الخطوة التالية هي الجمع بين الصفات المتفوقة من أفضل الأصناف باستخدام طريقة التهجين. في النسل الهجين يسهل الحصول على انعزالات متفوقة لصفات الحاصل والنضج والمقاومة للاضطجاع ومحتوى الزيت . اجريت دراسات في المجتمعات الهجينة لفول الصويا قورنت فيه طرق تسجيل النسب ، الطريقة البلكية والانحدار من بذرة واحدة وأوضحت النتائج وبشكل متساوٍ امكانية الحصول على سلالات الحاصل العالي . بأي من الطرق المذكورة . ومرارا تستخدم طريقة التهجين الرجعي في تربية فول الصويا اما اجراء تهجين رجعي واحد لتكثيف الجينات لصفة كمية مرغوب فيها مثل الاقلمة لظروف المنطقة الانتاجية أو سيقان قوية ، أو باجراء عدد من التهجينات الرجعية لنقل الجينات ذات التأثير الكبير الى الاصناف ذات الانتاجية العالية مثل صفة المقاومة للأمراض .

في العراق هناك بدايات للتهجين بين الأصناف الداخلة بهدف الجمع بين الصفات المتفوقة وتجرى حاليا في قسم المحاصيل الحقلية / كلية الزراعة والغابات / جامعة الموصل ، وتقيم الهجن في العديد من الصفات الحقلية والنوعية ويؤمل متابعة الأجيال الانعزالية في الأعوام المقبلة بغية انتخاب سلالات متفوقة على الآباء .

تحسين المجتمع :

في عملية تحسين المجتمعات الأبوية يستعمل العقم الذكري الذي يساعد في الانتخاب التكراري لزيادة الاتحادات الوراثية الجديدة وتوسيع تباين الأصول الأبوية .

وقد أمكن استعمال هذه الطريقة في تحسين فول الصويا بعد ايجاد جين العقم الذكري حيث توفر هذه الطريقة الفرصة لتوسيع الأصول الوراثية المستعملة وذلك بأدخال عدد أكبر من الآباء في برنامج التهجين. وفي المناطق الاستوائية أمكن الحصول على تقدم سريع في برامج تحسين المجتمع عن طريق تنمية ٢ - ٣ أجيال في السنة. وفي المناطق المعتدلة يمكن التعجيل في برنامج التحسين بتنمية جيل خلال موسم الشتاء في المناطق الاستوائية.

فول الصويا الهجين:

تم التنبه الى فول الصويا الهجين بعد ايجاد جين العقم الذكري ولا يوجد في الوقت الحاضر نظام لانتاج فول الصويا الهجين باستخدام هذا الجين كما لاتتوفر جينات استعادة الخصوبة الذكرية عن طريق السايتوبلازم في فول الصويا حاليا. العامل الرئيس الذي يعيق انتاج الهجن في فول الصويا هو النسبة الواطئة للتلقيح الخلطي. فقد دلت الدراسات في جورجيا (الولايات المتحدة الامريكية) وباستعمال نباتات عقيمة ذكريا أن نسبة التلقيح الخلطي تراوحت بين ١,٤ - ٨,٣٪ وتعتمد النسبة على المسافة من الملقح. لذلك يجب الحصول على نسبة أعلى من تكوين البذور حتى يمكن هجين فول الصويا ناجحا من الناحية الاقتصادية. وتم اقتراح استخدام النحل لزيادة التلقيح الخلطي الا ان عدد البذور في القرنة هو ٢ - ٣ حبات / قرنة تحتم استخدام عدد كبير جدا من الخلايا لغرض تأمين التلقيح والانتاج المناسب.

أهداف التربية في فول الصويا:

من الاهداف المهمة في تربية فول الصويا هي: (أ) حاصل البذور (ب) النضج في منطقة الأقلمة (جـ) المقاومة للاضطجاع والانفراط (د) الامكانية الكامنة لتثبيت النتروجين (هـ) المقاومة للبرد والجفاف (و) المقاومة للأمراض والحشرات (ز) تحسين نوعية البذور من حيث محتواها من الزيت والبروتين. وفي بعض الأماكن تعطى أهمية لبعض أهداف التربية الخاصة مثل أصناف الخضر لفول الصويا.

تربية القطن

مقدمة :

يزرع القطن *Gossypium spp.* في المناطق الدافئة من العالم منذ عصور ماقبل التاريخ . ففي الهند يعد القطن محصولا مهما منذ حوالي ٣٠٠٠ سنة ، كذلك زرع القطن في البرازيل وبيرو والمكسيك بفترة طويلة قبل اكتشاف أمريكا . وفي القطن العديد من المشاكل التي يمكن حلها عن طريق تحسين النبات في القطن وخصوصا مسألة الأمراض والحشرات التي لاتزال عاملا مهما في انخفاض القدرة الانتاجية للقطن .
وقد عنيت الدول المنتجة للقطن بموضوع تربية القطن في برامجها الزراعية . ومن الأقطار الرئيسة في انتاج القطن هي : الولايات المتحدة الأمريكية وروسيا والهند والصين ومصر . وقد أدت برامج التربية والتحسين في القطن في هذه الأقطار الى تحسين ملموس في كمية الأنتاج . وفضلا عن ذلك قامت الدول غير المنتجة للقطن مثل اليابان وبريطانيا وفرنسا بدعم مراكز بحوث القطن في البلدان التي تزرعه وذلك لدعم الصناعة القطنية في بلدانها . وقد أورد عبد الباري (١٩٦٤) ان قواعد التحسين في بلدان أمريكا وروسيا والهند والصين اعتمدت على :

اولا : قيام التحسين على أساس العلوم المرتبطة بالتربية مثل الدراسات المورفولوجية والسيتولوجية والوراثة وتكنولوجيا ألياف القطن وكانت هذه الدراسات المبدأ الأول الذي قامت عليه بحوث التربية لانتاج أصناف محسنة .

ثانيا : تكامل القطاعات القطنية التي تبدأ بالتربية ثم الانتاج والتسويق والتصنيع وذلك عن طريق البحوث المشتركة والمؤتمرات المنظمة وبقدر تكامل هذه القطاعات تكون درجة الاستفادة الكاملة بالمحاصيل .

ثالثا : قيام الهيئات المركزية برسم السياسة القطنية ووضع برامج التحسين التي يشترك فيها المشتغلون بالقطاعات المختلفة ، مثل المجلس القومي لبحوث القطن في أمريكا ولجنة القطن المركزية في الهند .

منشأ أنواع القطن :

يعود القطن الى جنس Gossypium الذي يحتوي على حوالي ٣٠ نوعاً ثنائي المجموعة الكروموسومية و ٤ أنواع رباعية المجموعة . للأنواع الثنائية $(2n = 2X = 26)$ ستة

جينومات يطلق عليها A و B و C و D و E و F منشأ جينومات A و B و E و F أفريقيا وآسيا أما منشأ الجينوم D فهو استراليا والجينوم C منشأه أمريكا . ويمككن الحصول على الأنواع الامريكية في المنطقة الممتدة من أريزونا الى بيرو ولكن أغلبها ينمو بشكل بري في المكسيك .

بالنسبة للمجموعة الكروموسومية تقع الأنواع في ثلاث مجاميع :

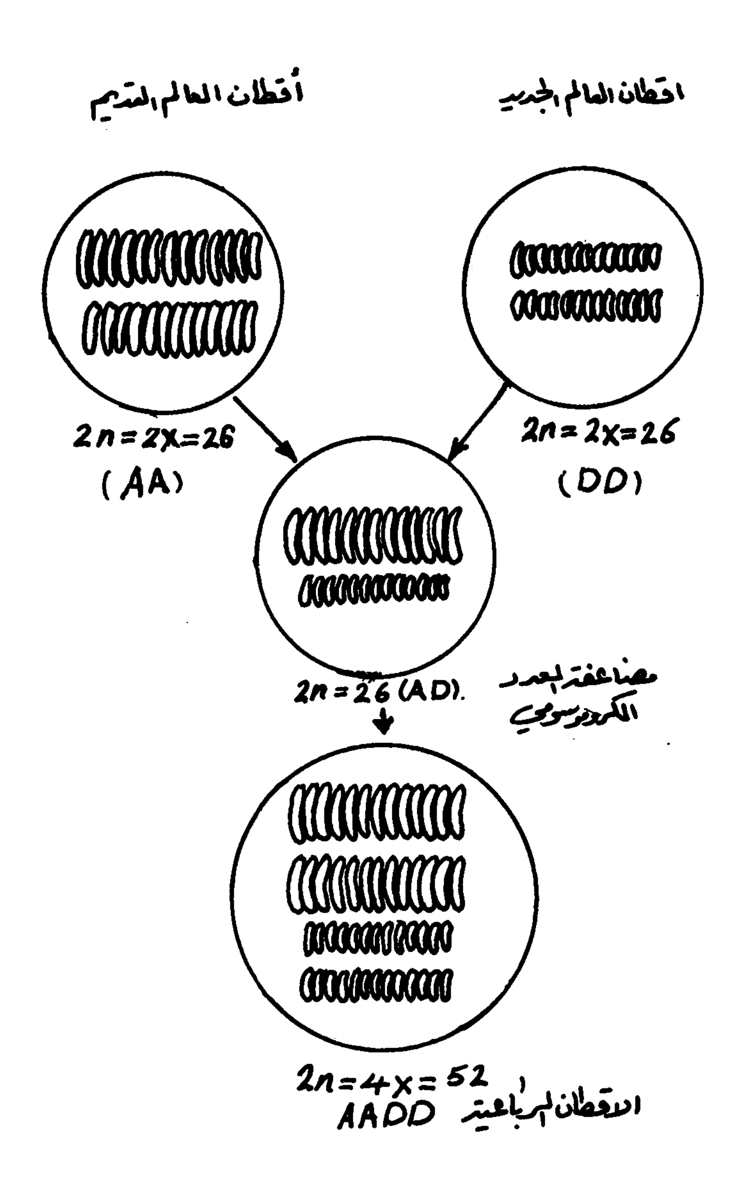
آ- مجموعة الأقطان الآسيوية وتحتوي على ١٣ زوجا من الكروموسومات الكبيرة في خلاياها الجسمية .

ب- مجموعة الأقطان الأمريكية البرية وتحتوي على ١٣ زوجاً من الكروموسومات الصغيرة في خلاياها الجسمية .

جـ - مجموعة الأقطان الامريكية المنزرعة والمصرية وسي أيلند وتحتوي على ٢٦ زوجا (٥٢ كروموسوم) نصفها صغير والنصف الآخر كبير. ولها الجينوم AA DD (ثنائي خلطي amphidiploid) . وأمكن الحصول وبصورة تجريبية من تهجين القطن الآسيوي *G. arborium* (جينوم $2n = 26, A$) مع *G. thurberi* (جينوم $2n = 26\ D$) ثم مضاعفة العدد الكروموسومي باستعمال الكولشيسين (شكل ٢١ – ٦) . ويمكن تهجين الثنائي الخلطي ($2n = 52$, AA DD) مع الأقطان الرباعية المجموعة الكروموسومية لانتاج هجين خصب .

هناك أربعة أنواع من القطن المزروع الذي يمكن غزل أليافه وهي نوعان ثنائية المجموعة هما *G.arboreum* و *G.herbaceum* ونوعان رباعية المجموعة وهما *G.hirsutum* و *G.barbadense* الأنواع البرية تكون معمرة وتختلف في الطول من شجيرات قصيرة الى أشجار ولها زغب قصير فقط على البذور او تكون عارية .

أغلب الاصناف المزروعة في العراق من نوع *G.hitsum* التي أدخلت الى العراق من الولايات المتحدة الامريكية . وقد نشأ هذا النوع في جنوب المكسيك وأمريكا الوسطى كشجيرة معمرة ولكن تزرع في العراق وأمريكا بشكل نبات حولي . الجدول ٢١ – ٥ يبين بعض أنواع القطن .



شكل ٢١ – ٦. المنشأ الوراثي للقطن الرباعي Tetraploid cotton (عن Poehlmam (1983) ص 357).

الجدول ٢١ – ٥ : بعض أنواع القطن حسب المجاميع الكروموسومية والأصل الجغرافي

النوع	العدد الكروموسومي 2n	العدد الكروموسومي الحجم	الرمز الجينومي	الأصل الجغرافي	الحالة الزراعية
الأنواع الثنائية من آسيا وأفريقيا واستراليا					
G.herbaceum	٢٦	كبير	A_1	افريقيا	مزروع
G.arboreum	٢٦	كبير	A_2	الهند	مزروع
G.anomalum	٢٦	وسط	B_1	افريقيا	بري
G.sturtianum	٢٦	كبير	C_1	استراليا	بري
G.stocksii	٢٦	كبير	E_1	الهند – العربية	بري
G.longicalyx	٢٦	–	F_1	افريقيا	بري
الأنواع الثنائية من أمريكا					
G.thurberi	٢٦	صغير	D_1	امريكا	بري
G.armourianum	٢٦	صغير	D_2	امريكا	بري
الأنواع الرباعية					
G. hitsutum	٥٢	٢٦ صغير : ٢٦ كبير	$(AD)_1$	امريكا	مزروع
G.barbadense	٥٢	٢٦ صغير : ٢٦ كبير	$(AD)_2$	امريكا	مزروع
G.tomentosum	٥٢	٢٦ صغير : ٢٦ كبير	$(AD)_3$	هاواي	بري
G.caicoense	٥٢	٢٦ صغير : ٢٦ كبير	$(AD)_4$	البرازيل	بري

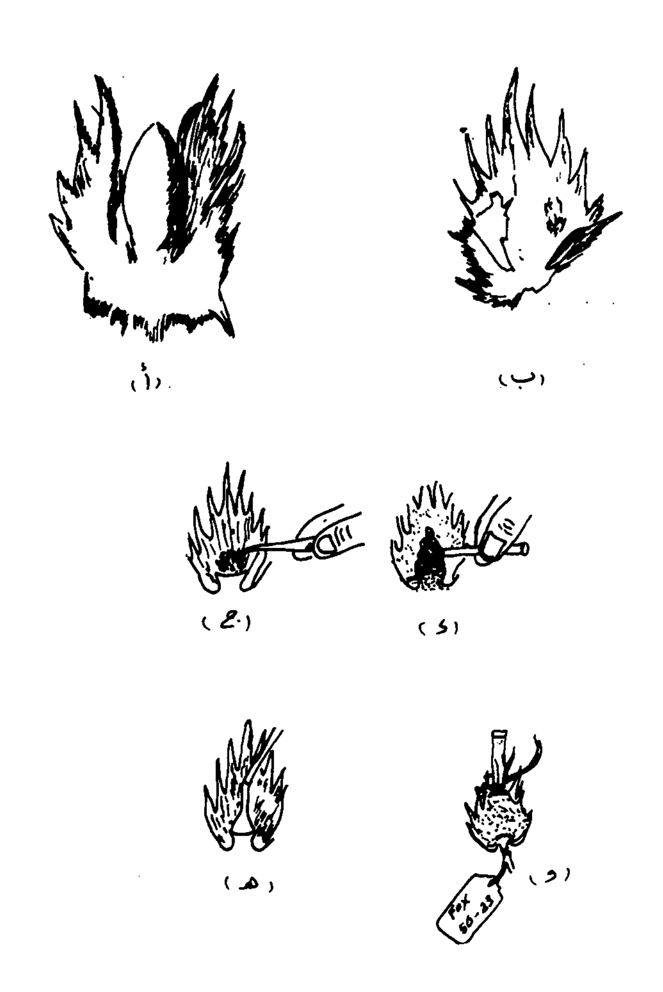
عن Poelman (1983) ص ٣٥٦.

الوصف النباتي والتلقيح والعقم الذكري :

تحمل الأنواع الثمرية الأزهار ويحمل الفرع في العادة مابين ٥ – ٨ أزهار وتبدو الأزهار في أول ظهورها في صورة براعم زهرية وهي عبارة عن القنابات المثلثة الشكل وبداخلها البرعم الزهري الصغير ويستكمل البرعم نموه من بدء ظهوره حتى تتفتح الزهرة في حوالي ٣٠ يوما وتعرف هذه الفترة عمر الزهرة (عبد الباري ، ١٩٦٤).

تتكون الزهرة من ثلاث قنابات bracts مثلثة الشكل ويختلف حجم وشكل وعدد الأسنان في الانواع المختلفة فمثلا تكون كبيرة مثلثة طويلة الأسنان في الأقطان المصرية تكون هذه القنابات تحت الكأسي epicalyx. أما الكأس فيتكون من خمس سلات Sepals ملتحمة بشكل فنجان مموج الحافة وتظهر عليه غدد داكنة يختلف ترتيبها في الأنواع المختلفة. التويج : مكون من خمس بتلات ذات لون كريمي في بداية تفتح الزهرة ولكن يتحول لونها الى الحمرة في اليوم الثاني ثم تسقط من النبات (شكل ٢١ – ٧) تتكون المدقة من ثلاث الى خمس كربلات في الأنواع المختلفة. أما الطلع فيتكون من عدد كبير من الأسدية الملتحمة في شكل أنبوبة سداتية تحيط بالقلم وتكون متحدة من الداخل عند قاعدة التويج. وتخرج في أعلى الأنبوبة خيوط تحمل المتك الذي يضم حبوب اللقاح. المتاع يتكون من ٣ – ٥ كرابل Carpels يعلوها القلم ويتفرع القلم الى عدد من المياسم stigma يساوي عدد الكرابل. وتكون الكرابل المبيض الذي يضم عددا من المساكن Locules يساوي عدد الكرابل وبداخل كل مسكن توجد البويضات Ovules وهذه تكون البذور Seeds بعد اخصابها بواسطة حبوب اللقاح عند انفتاح المتك أو تحمل الى الميسم بواسطة الحشرات. تنقل حبوب اللقاح لمسافة محدودة جدا وذلك لثقلها ولزوجتها. يحصل التلقيح الخلطي من حبوب لقاح منقولة بواسطة الحشرات وتتراوح قيمته من ٥ – ٣٠٪ رغم تسجيل حالات ٥٠٪ تلقيح خلطي في بعض الولايات في امريكا وتعتمد النسبة على مدى توفر الحشرات الخاملة لحبوب اللقاح أكثر من أي عامل آخر.. ويحصل أغلب التلقيح الخلطي الطبيعي بين النباتات النامية على مسافة قريبة من بعضها البعض وقد ذكرت تقارير عن حصول تلقيح خلطي على مسافة ٣٠٠ متر. وقد تختلف النسبة باختلاف الاصناف.

تم تطوير تقنية بسيطة لاجراء التلقيح الخلطي الاصطناعي في القطن حيث تجرى التهجينات قبل يوم تفتح الزهرة بشكل اعتيادي. وتتم باجراء الخطوات الآتية :



شكل ٢١ – ٧. خطوات التهجين في القطن (أ) زهرة قطن في مرحلة ملائمة للاخصاء والتهجين: (ب) زهرة قطن بعد قطع السبلات والتويج قبل الاخصاء. (جـ) إزالة المتوك بملقط دقيق. (د) جمع متوك ناضجة من زهرة الآب بواسطة قصبة قصيرة (هـ). وضع القصبة المحتوية على حبوب اللقاح على الزهرة المخصية. (و) غلق البراكيتات حول القصبة بسلك رفيع لحماية المياسم من حبوب لقاح غريبة. السلك يحمل علامة تسجل عليها معلومات المهجين.
(عن Poehlman, 1983 ص 358).

١ . ازالة التويج بواسطة اليد أو تقطع بواسطة مقص أو سكين منحنية وتزال المتوك (شكل ٢١ - ٧ب ، جـ) .

٢ . تجمع حبوب اللقاح من الزهرة الذكرية في قطعة قصيرة من قصبة الشراب (شكل ٢١ - ٧د) .

٣ . توضع قصبة الشراب المملوءة بصورة جزئية بحبوب اللقاح أو المتوك على الميسم (شكل ٢١ - ٧هـ) ثم تسحب القنابات حول القصبة وتربط بأحكام في موضعها .

الطريقة الاخرى للتلقيح هو امرار متك ناضج على ميسم زهرة مخصية . ومن المعتاد لمربي النبات هو الاخصاء في يوم وعمل التلقيح في اليوم التالي ، وتتم حماية الازهار المخصية بتغطيتها بكيس صغير ، ويمكن اجراء التلقيح بوقت متأخر وفي نفس يوم الاخصاء باستعمال متوك ستعطي حبوب لقاح في اليوم التالي . يكون اعطاء البذور لحوالي ٧٥٪ من التلقيح الاعتيادي .

ولاجراء التلقيح الذاتي في القطن من الضروري تغطية الزهرة لمنع التلقيح الخلطي . يمكن وضع كيس ورقي صغير أوانبوبة ورقية من ورق ثقيل مغلق من طرف على برعم يتوقع تفتحه في اليوم التالي . واذا تم وضعه على الزهرة بشكل مبكر من وقت تفتحه فان درجة الحرارة سترتفع بدرجة تؤدي الى سقوط البرعم . ويمكن التخلص من حبوب اللقاح الغريبة عن الزهرة بربط أطراف الأوراق التويجية بواسطة حلقة مطاطية اوكلبس أو صبغ الأظافر أو سلك نحاسي رقيق ويمكن تعليق علامة براقة الى ساق الزهرة لتسهيل عملية التعرف على الجوزة الناضجة .

يقود التلقيح الخلطي الى زيادة نسبة الخلط الوراثي في نباتات القطن ويحصل هذا نتيجة التهجينات الطبيعية بين التراكيب الوراثية ضمن الصنف . ويندر أن تكون أصناف القطن أصيلة تماما مثل الحنطة وفول الصويا ، ومن المرغوب فيه وجود درجة متوسطة من الخلط في صنف القطن لاعطاء بعض التفوق والمحافظة على الحاصل العالي والأقلمة . وهناك بعض الجدال حول نسبة التلقيح الخلطي الطبيعي الذي يؤثر في نقاوة الصنف وتدهور صفاته وعلى وجود أصناف القطن . ففي السابق وعندما كانت تزرع أعداد كبيرة من الأصناف لم يكن بالامكان تجنب خلط الأصناف وخلط البذور في المحلج ، ونتيجة لذلك تدهورت النقاوة بصورة سريعة . أما في الأصناف المزروعة حاليا فتكون أكثر تجانسا في شكل النبات وصفاته الاخرى وقد تصل الى أصالة السلالات النقية للأصناف ولا يظهر تدهور في صفات الصنف .

العقم الذكري :

هناك بحث واسع عن مصادر للعقم الذكري لاستخدامه في انتاج القطن الهجين ، وتم التعرف على عدة جينات للعقم الذكري في القطن . العقم الكامل في القطن ينتج من الجين $ms_1 ms_1$ ، وهناك جينات عقم ذكري تعطي عقما جزئياً وثلاثة سائدة . يمكن الاستفادة من جينات العقم الذكري في الاستفادة من التلقيح الخلطي في برامج التربية .

تم انتاج العقم الذكري السايتوبلازمي في القطن بنقل كروموسومات القطن *G.hirsutum* أو *G.barbadense* في سايتوبلازم النوع *G.harknessi* ويمكن استعادة الخصوبة عن طريق جين مفرد سائد سيادة جزئية من *G.harknessi* ولايعطي هذا الجين استعادة خصب كاملة في أصناف الأبلاند التجارية . ويجب اختبار كفاءة جينات استعادة الخصوبة في انتاج القطن الهجين بعد الاختبار في الحقل ولعدة مواسم وفي بيئات عديدة .

وراثة وسايتولوجي القطن :

أجري العديد من الدراسات الوراثية في القطن شملت صفات ارتفاع النبات ، المقاومة للأمراض والحشرات وجود الزغب على الورقة وفقدان الرحيق necter وشكل ورقة الباميا Okra leaf والقنابات التي تحتوي على مادة الجوسيبول Gossypol وغيرها من الصفات . ويجري العمل على تطوير سلسلة من مجاميع احادية الكروموسوم monosomics للقطن الرباعي ، حيث وجد أول قطن احادي الكروموسوم عام ١٩٣٦ ولكن من الصعوبة اكمال السلسلة ، كما تم تطوير طريقة جديدة باستخدام الانتقالات التي يمكن عن طريقها الحصول على بقية المجاميع (Poehlman, 1983) .

تم الحصول على القطن الاحادي المجموعة الكروموسومية Haploid بطريقة Semi – gamy التي تساعد في الحصول على النقاوة الوراثية خلال جيلين بعد التهجين ولكنها تستغرق وقتا طويلا للحصول على مضاعفة العدد الاحادي واجراء الانتخاب . وفي مجالات الوراثة والسايتولوجي يجري العمل في المحافظة على أنواع القطن والهجن بين الأنواع والضروب المحلية فضلا عن المحافظة على السلالات النقية والاصول الوراثية والأصناف القديمة في عدة محطات متخصصة كمحطة المسيسبي ومحطة أبحاث القطن جامعة أريزونا في الولايات المتحدة .

وفي مصر أشار عبد الباري (١٩٦٤) في الدراسة السايتولوجية للأقطان المصرية الحديثة مثل الكرنك وأكد تماثلها مع الأقطان الرباعية الاخرى أي ان الخلايا الجسمية نضم ٥٢ كروموسوما نصفها صغير من مجموعة D والنصف الآخر كبير من مجموعة A (جدول ٢١- ٥).

طرق التربية في القطن :

تختلف طرق تربية القطن عن الطرق المتبعة في المحاصيل الذاتية مثل الحنطة وفول الصويا، ويعود الاختلاف الى التلقيح الخلطي الجزئي في القطن وتأثير هذا التلقيح في التكوين الوراثي لمجتمع القطن. ويمكن تلخيص هذه التأثيرات بما يلي :

آ- رغم كون القطن ذاتي التلقيح بصورة سائدة الا ان ٥- ٣٠٪ من البذور تنتج من التلقيح الخلطي. وتعتمد نسبة التلقيح الخلطي على نوع وعدد الحشرات الموجودة وتختلف من منطقة لاخرى وهذه تتأثر بكمية الأمطار الساقطة واستعمال المبيدات الحشرية التي تستعمل لمكافحة الآفات في القطن.

ب- التلقيح الخلطي في المجتمعات الخليطة وراثيا سيحافظ على الخلط الوراثي في عدة أليلات، ولهذا تلاحظ في حقول القطن نسبة متفاوتة لقوة الهجين في أغلب أصناف القطن. وقد لايعبر عن قوة الهجين في القطن الناتج عن السلالات النقية. لذلك فان هدف مربي القطن تنقية السلالة الى درجة الحصول على التجانس وفي الوقت نفسه يحافظ على درجة خلط مناسبة للابقاء على قوة نمو وانتاجية في الصنف. لذلك فان أصالة الخط النقي التي يحصل عليها في الحنطة وفول الصويا يندر السعي اليها او الحصول عليها في القطن.

جـ- الحصول على درجة الخلط المناسبة في صنف القطن يقوم المربي عادة بخلط بذور من عدة سلالات او عوائل متقاربة في عملية استنباط واطلاق الصنف الجديد. ان السلالات المستخدمة في استنباط الصنف الجديد عادة تكون متجانسة في صفات النبات المورفولوجية والمقاومة للأمراض والحشرات ونوعية الألياف ولكنها خليطة بشكل يكفي للمحافظة على قوة الهجين والأقلمة البيئية الواسعة.

د- يقود الأنعزال في الأجيال المتقدمة في صنف القطن الى انحراف مواصفات الصنف عن الصنف الأصلي وتدهور في نقاوة الصنف لذلك يجب على مربي القطن ومنتج

بذوره العمل على توجيه برنامج للمحافظة على أصالة الصنف ليكون مصدرا للمزارع يحصل على أصول جديدة.

الاستراتيجية التي يتبعها مربي القطن هي :

(١) الكشف عن التباين الوراثي الموجود في الصنف غير المتجانس من خلال عملية الانتخاب ويتبعها بتقييم النسل.

(٢) من خلال القيام بالتهجين يحصل على المجتمع الهجين ومن خلاله يقوم بعزل التوافقات الجيدة.

أما اهم طرق تربية القطن فهي :

١ . الادخال ٢ . الانتخاب الاجمالي ٣. الانتخاب الفردي ٤ . التهجين ٥ . القطن الهجين ٦ . الهجن بين الأنواع ٧. المحافظة على أصناف القطن

١ . الادخال :

هذه الطريقة وكما هو معروف من أقدم طرق التربية ونعني بها ادخال أصناف محسنة من أقطار أجنبية الى البلد المطلوب تحسين أقطانه وقد اتبعتها البلدان المتقدمة مثل الولايات المتحدة والبلدان النامية مثل العراق والسودان وغيرها من الأقطار. فقد تم ادخال أقطان *G. hirsutum* و *G. barbadense* الى الولايات المتحدة من قبل المستعمرين الأوائل ففي عام ١٧٨٥ ادخل *G. barbadense* من جزر البهاما وأصبح يعرف فيما بعد سي أيلاند Sea Island أما قطن *G. hirsutum* فيعرف بالأبلاند Upland والذي كان في بداية استيراده ذا جوز صغير وبذور خضراء وألياف طرية ويعتقد ان منشأهُ من المناطق الرطبة في المكسيك وأمريكا الوسطى. كذلك ادخال الأقطان المصرية الى الولايات المتحدة أدى الى نشوء أقطان البما Pima. التي كانت أكثر نجاحا من أصل قطن آكالا Acala (من قرية في جنوب المكسيك). وقد زرع صنف آكالا لأول مرة عام ١٩٠٧ ولكنه استغرق عدة سنوات من الانتخاب والأقلمة والحصول على التجانس المطلوب ويزرع هذا الصنف بنسبة ٨٥٪ من المساحة المزروعة بالقطن في كاليفورنيا وقد استورد الى العراق في الخمسينيات. ثم تلاه استيراد الصنف كوكر ١٠٠ الذي انتشرت زراعته في العراق على نطاق واسع. يعتقد ان هذا الصنف قد نشأ من التهجينات الطبيعية بين أصناف Lonestar و Foster و Clevewilt وتم انتخاب سلالات مقاومة للذبول من أصل Lonestar النامية على تربة موبوءة بالمرض ومن هذه المنتخبات تم ادخال الصنف المقاوم

للذبول عام ١٩٤٢ من قبل شركة Coker Pedigreed Seed Co. في Hartsville في كارولينا الجنوبية South Carolina تحت اسم كوكر ١٠٠ ولت Coker 100 Wilt وان هذا الصنف ذو مقاومة متوسطة للذبول الفيوزيرمي وذو جوز متوسط الحجم وطول أليافه من ١ ١/٣٢ - ١ ٣/٣٢ انج. وقد حل محل الصنف أصناف اخرى استنبطت منه مثل كوكر ٣١٠ Coker 310 الذي ادخل الى العراق أيضا وهو ذو مواصفات تيله مشابهة للكوكر ١٠٠ ولت ، ويتميز بعدد كبير من الأفرع الثمرية متوسط طول النبات في حدود ١٠٠ سم والساق قائمة ومغطاة بزغب خفيف وقصير والأوراق متوسطة الحجم يميل لونها الى الأخضر الداكن والجوزة بيضوية الشكل ذات قيمة مدببة لونها أخضر فاتح لامع ، ناعمة الملمس وهو من الأصناف المبكرة لحد ما ومقاوم بدرجة عالية للذبول الفرتسيليومي.

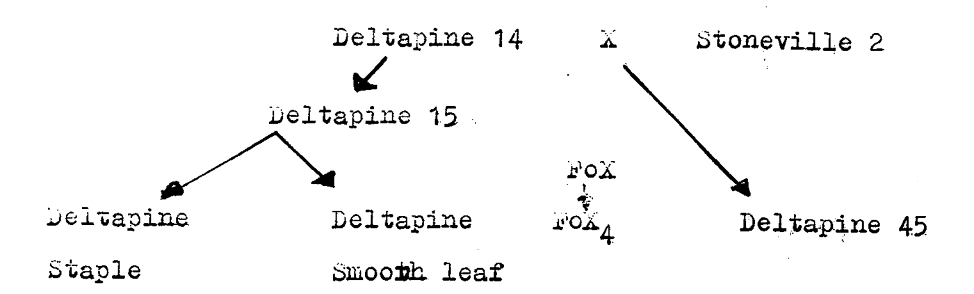
وقد قام قسم المحاصيل الحقلية/كلية الزراعة والغابات – جامعة الموصل باستيراد ١٠٠ صنف من الولايات المتحدة الامريكية والجمهورية العربية السورية وادخلت في تجارب مقارنات المحصول ، وانتخب منها سبعة أصناف من أقطان الأبلاند الأمريكية وهي . GL 277 ، Acala 157 ، Halab 1 ، Paymaster 202 و Wilcot و Stonville 213 (داؤد ، ١٩٨٦).

الأنتخاب :

هناك ثلاث طرق أساسية للانتخاب في القطن وهي : (١) الانتخاب الأجمالي (٢) الانتخاب الفردي (٣) الانتخاب بعد التهجين. وتختلف هذه الطرق باختلاف المربين ولذلك فان طرق التربية في القطن غير متميزة كمثيلاتها في المحاصيل الذاتية التلقيح. على العموم فان الاختلاف في طريقة تنفيذ الطريقة أكثر من كونها اختلافات في الطريقة نفسها.

يمكن للانتخاب من صنف القطن المتداول أن يكون له ثلاث مهام : (آ) المحافظة على نقاوة الصنف المزروع (ب) تحسين الصنف و (جـ) التعرف على الهجين أو طفرة حاصلة في الصنف قد تقود الى استنباط صنف جديد.

ومن الأمثلة على الانتخاب من الصنف المزروع الانتخاب الذي جرى على الصنف Deltapine حيث تم الحصول على الأصناف Deltapine 15 و Deltapine staple و Deltapine ذي الورقة الملساء و Fox 4 . أما Fox و Deltapine 45 فقد جاءت كمنتخبات من المجتمع الانعزالي للهجين بين Deltapine 14 و Stoneville 2 وكما في الشكل ٢١ – ٨.



الشكل ٢١ - ٨ : منشأ بعض أصناف Deltapine في القطن.
عن : Polhman, 1983 ص ٣٦٥).

آ- الانتخاب الأجمالي : Mass selection

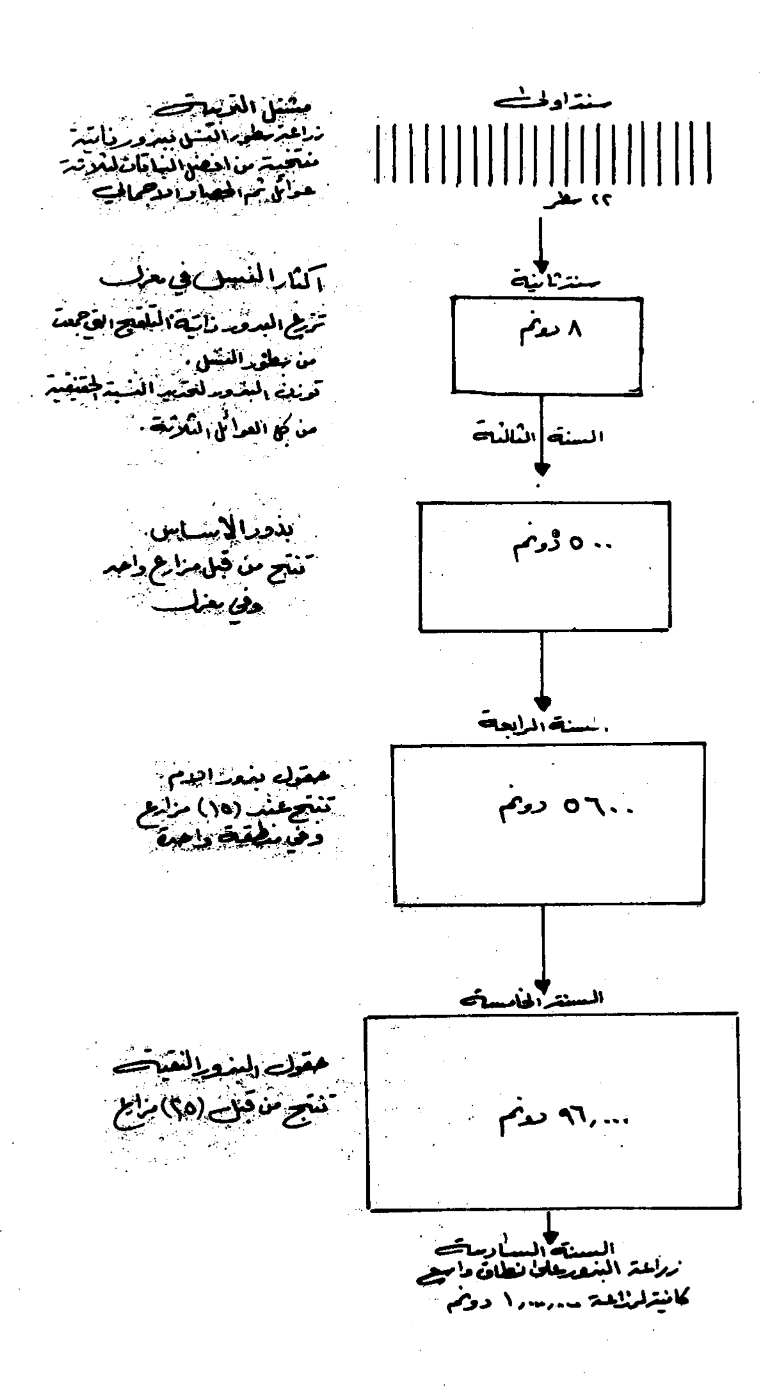
يجري الانتخاب الأجمالي عن طريق جمع البذور من النباتات الجيدة والمفتوحة أو الذاتية التلقيح والمنتخبة على أساس المظهر الخارجي. وكما تطرقنا اليه في فصل الانتخاب الاجمالي في المحاصيل المفتوحة التلقيح مثل الذرة الصفراء. واذا ما تم اجراء الانتخاب من صنف غير متجانس وبهدف المحافظة على السلالة أو الصنف فان المربي سيحدد شكل النبات الذي يمثل الصنف أو السلالة. أما الانتخاب بهدف تحوير شكل النبات فانه سيقود الى صنف جديد ويجب متابعة الانتخاب لنفس النمط ولعدة أجيال. ويكون الانتخاب الاجمالي فعالاً في الصفات ذات قيمة التوريث العالية. على العموم من النادر اليوم استعمال الانتخاب الاجمالي في القطن وانما معظم المربين يتجهون الى الانتخاب الفردي.

ب- الانتخاب الفردي : Individual plant Selection

في القطن الانتخاب الفردي او انتخاب النسل Progeny Selection طريقة شائعة للمحافظة على نقاوة الصنف (شكل ٢١- ٩ وفي الوقت نفسه يمكن استعماله بهدف الحصول على أصناف جديدة. عادة تزرع بذوركل نبات منتخب في سطر منفصل لاختبار نسله. ويقيم سطر النسل لصفات شكل النبات، والتبكير، والمقاومة للأمراض والحشرات وحاصل ونوعية الألياف. وينتخب النباتات المتفوقة ذات النمط الصنف المطلوب ثم يجري اكثارها لتوزيعها اصنافاً اما منفردة او بشكل خليط من سلالات متجانسة في صفاتها أي الطريقة تشمل خطوات ثلاث وهي: (آ) مرحلة انتخاب النباتات الفردية المرغوب فيها (ب) مرحلة اختبار النسل (جـ) مرحلة اكثار السلالات المتفوقة.

ستكون البذور النقية والتي يحافظ عليها بهذه الطريقة من الانتخاب جاهزة للمزارع بعد ٣- ٥ سنوات من اكثار البذور. ويمكن تقليل التلقيح الخلطي الطبيعي في الحقل بالسيطرة على الحشرات في الحقل عن طريقة المكافحة. من الأمثلة على الانتخاب الفردي انتخاب السلالة Acala 4— 42 من Acala 1517 في عام ١٩٣٩. وقد استمرت عمليات الانتخاب والاختبار حتى عام ١٩٥١ وفي ذلك الوقت تم جمع البذور الملقحة ذاتياً من ثماني عوائل لنباتين ومقاومة للذبول بصورة جماعية لتكوين البذرة الأساس للسلالة Acala 4-42. وخلال كل سنة من السنوات التسع اللاحقة يتم زراعة عدة مئات من سطور النسل الناشئة من بذور التلقيح الذاتي للنباتات المنتخبة من السنة السابقة ويتم تقويمها من ناحية التبكير والمقاومة للذبول وحاصل ونوعية الألياف وغيرها من الصفات. وتعامل السطور النسل المنحدرة من الـ ١٢ عائلة المستخدمة في الاكثار الأصلي للبذور بصورة منفصلة. وبهذه الطريقة يمكن التعرف على العوائل ذات سطور النسل المتفوقة ويتم ازالة العوائل غير الجيدة بصورة تدريجية من مكونات الصنف. وبحلول عام ١٩٥٩ بقيت ثلاث عوائل فقط والتي كونت نواة الصنف Acala 4-42 ثم اضيف اليها السلالة 5-1-6 الى مجموعة البذور.

يختلف انتخاب النسل في القطن عن انتخاب السلالة النقية في المحاصيل الذاتية التلقيح من حيث: (آ) النبات المنتخب ليس أصيلاً بشكل كامل (ب) جمع السلالات الاختية المتقاربة لتكوين العوائل (جـ) جمع العوائل والسلالات لتكوين بذرة الأساس. وباختلاف آخر يمكن اعادة هذه العمليات سنوات وبذلك نحصل على بذرة



شكل ٢١ – ٩. مخطط لانتاج بذور الصنف Acala 4-42

أساس جديدة كل سنة . اما في تربية السلالة النقية فانه يتم التوقف عن الانتخاب بعد الانتخاب الابتدائي ان كان النسل متجانساً ويظهر أصيلاً .

يمكن إستعمال الانتخاب الفردي او النسل في المجتمعات الانعزالية بعد التهجين. ويتبع طرق الانتخاب الاعتيادية كما في طريقة [تسجيل] النسب الاعتيادية في الأجيال المبكرة الانعزالية . ويتم التعرف على النباتات المتفوقة في الجيلين الثالث والرابع ثم تزرع بذور النباتات الناتجة عن التلقيح الذاتي أو المفتوح في سطور النسل لغرض الحصول على سلالات وعوائل كما ذكر سابقاً .

هذا وقد ذكر Poelhman (1983) تحويرات عدة للطريقة تستعمل من قبل مختلف المربين منها :

آ- بالامكان تكرار سطور النسل وزراعتها في تجارب الحاصل وهذا يسمح بتقويم التباينات الوراثية والبيئية بين المنتخبات .
ب- يمكن خلط الأنسال المنتخبة للسطور والبدء بدورة انتخاب جديدة متبعين الانتخاب التكراري .
جـ- يمكن المحافظة على أساس واسع للمنتخبات بخلط مجاميع من الأنسال أكثر من حصر الجمع من أنسال ذات مدى ضيق من التراكيب الوراثية المتماثلة ويطلق على هذه بالانتخاب النمطي type selection والهدف منع تدهور الحاصل والناتج عن تحديد الانتخاب لأساس وراثي ضيق . ويمكن استعمال التهجين الرجعي لدمج الجينات المرغوب فيها في الأصناف أو السلالات التربية .

اتبعت طريقة الانتخاب الفردي في الحصول على أصناف عدة جديدة في الأقطان المصرية مثل أصناف جيزة ٧ وجيزة ٤٧ وبهتيم ١٨٥ التي انتخبت جميعها من الأشموني . على العموم قل استعمال هذه الطريقة وتم الاتجاه نحو التهجين بين الأصناف .

طريقة اختبار النقاوة للصنف :

لاختبار نقاوة الصنف والذي يجري للأصناف التجارية المزروعة مرة كل ثلاث سنوات . يحتوي الحقل على ٣٦ سلالة تمثل صنفين أو أكثر . ويتكون الحقل من ١٠ مكررات وتمثل كل سلالة في كل مكرر بخط واحد يزرع بـ ١٠ نباتات على بعد ٧٥ سم . وبذلك يزرع في كل سلالة ١٠٠ نبات . ويجب ان تكون البذور المزروعة ناتجة عن الاخصاب الذاتي ، ويخصب بعض الأزهار من كل نبات اخصاباً ذاتياً لاستعمال البذرة

الذاتية، أما باقي محصول النبات الناتج عن الاخصاب الطبيعي فيستعمل في تقدير الصفات لكل نبات فردي وهي : تصافي الحليج، وطول التيلة، ووزن الجوز من القطن الزهر ووزن ١٠٠ بذرة.

تدرس هذه الصفات في الشوارد أيضاً وتدرس العلاقة بين صفات النباتات الأصيلة والشوارد ويرسم توزيع الشوارد الممتازة والمجموعة والنموذجية للصنف والشوارد الرديئة. تزرع المجموعة النموذجية للصنف في ظلة سلكية (لمنع الحشرات). البذرة الناتجة من الظلة تكون ذاتية الاخصاب وتعاد زراعتها مدة سنة أو سنتين تحت الظلة لتكون مصدراً لتقاوي النبات التي ستنتج نواة جديدة للصنف بهدف المحافظة عليه من التدهور.

الشوارد: هي النباتات التي تظهر مبعثرة ضمن المجموعة النموذجية، بعضها يكون في صفاته أقل من المجموعة النموذجية فتستبعد، اما البعض الآخر فيكون شوارد ممتازة فيعطى لنباتاتها رقماً لتكون سلالة جديدة وتزرع في الظلة السلكية. يتم اختبار كل نبات على حدة مكونة عائلة في حقل الاختبار والعائلة التي يثبت احتفاظها بصفاتها المحسنة الممتازة تقارن في حقل السلالات لسنوات عدة مع الانتخاب الفردي لأفضل السلالات. واذا ثبت جودة صفاتها وثبوتها تقارن مع النموذج الحالي للصنف في تجارب الحاصل وتختبر نقاوة أفضلها في حقل اختبار النقاوة ويجري اكثاره بعد ثبوت نقاوته للحصول على بذور النواة ثم الاكثار لانتاج بذور التقاوي.

التهجين بين الأصناف:

تعد طريقة التهجين من الادوات الفعالة لمربي القطن بهدف انتاج الأصناف الجديدة، حيث استخدمت لإنتاج العديد من الأصناف الجديدة في مصر، والولايات المتحدة. ففي مصر يعتقد مربو القطن أن أصناف القطن الموجودة على درجة عالية من الأصالة وان التباين الموجود في نباتاتها لا يسمح بتحسينها أو انتاج أصناف جديدة منها باتباع طريقة الانتخاب. تتبع طريقة التهجين في القطن عندما يراد جمع بعض الصفات الاقتصادية الهامة الموجودة في سلالتين او صنفين تختلفان في التركيبة الوراثية كذلك الاستفادة من ظاهرة الانعزال المتجاوز الحدود Transgressive Segregation في تربية أصناف جديدة تتفوق على آبائها. ففي مصر يتفوق الصنف جيزة ٣٠ على أبويه (جيزة ٤٧ وسخا ١١) في محصول القطن الزهر وتصافي الحليج، ولوحظ أن صفة متانة الغزل من

الصفات التي تظهر ظاهرة الانعزال متجاوز الحدود في كثير من الهجن *. هناك حاجة ماسة لتجديد واضافة صفات محسنة الى الأقطان العراقية حيث ان عمليات التهجين ومتابعة الأجيال الانعزالية لازالت في بداياتها وتتطلب وضع برامج محكمة لتحسينها وفق القياسات العراقية وباستيراد بعض السلالات الممتازة من خارج القطر خصوصاً من الولايات المتحدة ومصر لاستمرار برامج التحسين فيها وانتاج أصناف جيدة مقاومة للأمراض والحشرات وتحسين صفات التيلة وتصافي الحليج. ويجب التوسع باستيراد الأصول الوراثية من النوعين *G. hirsutum* و *G. barbadense* والاستفادة من الأنواع البرية أو الاصناف القديمة في برامج التربية المستقبلية في القطر. هذا وقد أجري العديد من التهجينات البسيطة والمعقدة في القطن في شمال العراق (داؤد، ١٩٨٦). أنتخبت أجيال أولى تمتاز بصفات جيدة مقارنة بالآباء.

خطوات انتاج الأصناف الجديدة من القطن بالتهجين:

السنة الأولى: زراعة الآباء المنتخبة في قطاع التهجينات واجراء عمليات الاخصاء والتهجين خلال شهري تموز وآب. يمكن زراعة بذور الجيل الأول في الشتاء داخل البيت الزجاجي لانتاج بذور الجيل الثاني.

السنة الثانية: زراعة ١٠٠ نبات من نباتات الجيل الثاني في الحقل على مروز بأبعاد ٧٥ سم وتدرس الصفات الحقلية الهامة وصفات التيلة لكل نبات على حدة. يراعى تأمين التلقيح الذاتي لبعض الأزهار على كل نبات فيما يترك البقية لتتلقح طبيعياً ويستعمل قطنها لاجراء القياسات المختبرية. تنتخب أفضل السلالات وبحدود ١٠ - ١٥٪ من النباتات لتكون هذه النباتات عوائل الجيل الثالث.

السنة الثالثة والرابعة: البدء في تكوين العائلات وذلك بزراعة كل نبات منتخب في الجيل الثاني في سطر مستقل ليكون عائلة وتنتخب أفضل نباتات كل خط لزراعتها في السنة التالية. يجري الانتخاب على أساس تفوق النباتات في صفات التيلة والصفات الخضرية مثل وزن الجوزة ومعدل الحليج أو كمية الشعر التي تحملها ١٠٠ بذرة Lint index. ولا يعتمد على محصول النبات الفردي في الانتخاب لصفة كمية المحصول لصغر أو عدم وجود الارتباط بين محصول النبات ومحصول السلالة الناتجة عنه.

السنة الخامسة : السنة السابعة : تزرع البذور الذاتية للنباتات المنتخبة في حقل السلالات المنسبة (تجربة من مكررين وتزرع من كل سلالة في كل مكرر ٣ خطوط بكل خط ١٠ نباتات المسافة بينها ٥٠ سم). والى جانب ذلك تزرع بضعة خطوط من البذرة الطبيعية لكل نبات (اجمالي العائلة) لاعطاء فكرة عن درجة التماثل في الصفات الخضرية.

يستعمل محصول اجمالي العائلة في اختبارات الغزل. اما محصول البذور فيزرع قسماً لعمل تجربة مقارنات مصغرة (آ) لمقارنة حاصل العائلات الجديدة والصنف التجاري ويزرع الجزء الآخر ليعطي كمية كافية من البذور لاجراء تجربة مقارنة محصول مصغرة (ب) في الجيل الخامس يكون الانتخاب على أساس نتائج أجمالي العائلة بجانب نتائج النباتات الفردية. بعد الجيل الخامس يكون الانتخاب على أساس نتائج الانتخاب الاجمالي والفردي ونتائج الاداء في تجارب الحاصل.

السنة الثامنة والتاسعة : تزرع السلالات الممتازة مع عائلات شقيقة من بذور ذاتية الاخصاب في حقل السلالات المنسبة وفي الوقت نفسه تزرع بذور الاجمالي الخاصة بها في تجارب مقارنة الحاصل في مناطق مختلفة في القطر وتحتوي التجربة على ٦ – ٧ أصناف من بينها الصنف التجاري.

واذا ثبت نقاوة الصنف الجديد وتفوقه في الحاصل يعمل على المحافظة على صفاته واكثاره وتوزيعه عادة تستغرق تربية صنف بطريقة التهجين من ٨ – ١٠ سنوات.

أشكال تجارب مقارنة المحصول في سلالات القطن :

١. تجارب المحصول الأولية (آ) : وتجري فيها مقارنة عدد كبير من السلالات حوالي ٤٠ – ٥٠ سلالة فضلاً عن صنف تجاري للمقارنة.
٢. تجارب المحصول الأولية (ب) : ويتراوح عدد السلالات التي تقارن فيها من ١٥ – ٢٥ سلالة منتخبة من التجارب السابقة. ويجري هذا النوع من التجارب في مناطق متعددة من القطر والتي تزرع القطن.

عادة يستعمل تصميم القطاعات العشوائية الكاملة RCBD لـ ٤ – ٦ مكررات كل وحدة تجريبية تحتوي على خمسة خطوط طول الخط ٤ م والمسافة بين الخطوط ٦٠ سم وتزرع الجور على مسافات ٢٠ سم وتخف كل جورة على نباتين. وعند الجني يجمع فقط محصول الثلاثة خطوط الوسطى من كل وحدة تجريبية. تدرس صفات :

(١) نسبة الانبات
(٢) كثافة النباتات
(٣) محصول الدونم من القطن الزهر
(٤) محصول الدونم من القطن الشعر
(٥) تصافي الحليج
(٦) وزن ٥٠ جوزة
(٧) التبكير في النضج مقدرة من نسبة وزن الجنية الأولى الى المحصول الكلي
(٨) صفات التيلة الأساسية وهي متانة الغزل ومتوسط طول التيلة ومنتصف السقوط ووزن السم الطولي من الشعر أي نعومه التيلة مقدرة بوحدات المليتكس Millitex أي متوسط الوزن بالمليغرام لألف متر من الشعر) وقراءة الميكرونير.

٣. مقارنة المحصول المبكرة : في هذه التجارب تدخل السلالات التي أظهرت تفوقاً في الاختبارات السابقة ولا يزيد عدد السلالات والأصناف في هذه المقارنات عن ٩ سلالات يكون أحدها الصنف التجاري وعادة يستعمل تصميم المربع اللاتيني وتكون المساحة حوالي ($\frac{١}{١٠}$) دونم.

ولاكثار أفضل الاصناف والسلالات ينتخب عدد من النباتات الفردية (حوالي ٥٠ نبات فردي) من خطوط أفضل أنسال السلالات بحيث تمثل الصفات المرغوب فيها للصنف الجديد، وتزرع بذرتها الذاتية في حقل منعزل زراعته اجمالية مكونة عدد من النويات مساوياً لعدد النباتات المنتخبة. أما البذور الطبيعية فتزرع في حقل السلالات للاستفادة منها في مقارنة محصول النوايا المنتخبة من الصنف وبذلك تستمر عملية تجديد خطوط نسل الصنف ونوياته من سنة لاخرى. وفي عمل مقارنات محصول النويات يجب ان تقارن ببذرة أساس الصنف الموجود في ذلك الوقت للتأكد من تفوقها.

تدرس الصفات الحقلية للنويات (٥٠ نوية في حالة انتخاب ٥٠ نباتاً فردياً) وصفات التيلة والغزل وعلى أساسها تنتخب ١٢ نوية لزراعتها في العام التالي حيث تجري مقارنة محصولها مع بذرة الاكثار الطبيعي. وقد أورد رضوان (١٩٨٠) حالة الصنف جيزة ٧١ في مصر، في عام ١٩٦٤ انتخب ٥٠ نباتاً فردياً لتمثل الصفات المرغوب فيها للصنف من الأنسال المنتخبة للصنف، وزرعت بذرتها الذاتية زراعة اجمالية عام ١٩٦٥ مكونة ٥٠ نوية، كما اكثرت بذرتها الطبيعية. وتحت دراسة النويات في الحقل لصفاتها الخضرية كما درست صفات التيلة والغزل، وعلى أساس هذه الصفات انتخبت ١٢ نوية عام ١٩٦٥

لتكون نويات عام ١٩٦٦ . ودخلت بذرة اكثارها الطبيعي في تجربة مقارنة أصناف لهذه النويات وكان الانتخاب على أساس صفات متانة الغزل ، ونعومة التيلة ومنتصف السقوط وصافي الحليج .

وفي عام ١٩٦٥ انتخب من خطوط النسل من الصنف المذكور ٣٢ نباتاً تمثل الصفات المرغوب فيها وزرعت بذرتها الذاتية عام ١٩٦٦ مكونة ٣٢ نوية كما اكثر بذرتها الطبيعية للاستفادة منها في تجربة مقارنة محصول النوايات ، كما انتخب ٤٠ نباتاً اخرى ممتازة في صفاتها لتكون خطوط النسل للصنف عام ١٩٦٦ لتزرع بذرتها الطبيعية . وقد بدأت اكثار الصنف جيزة ٧١ عام ١٩٦٤ بحقل منعزل في سخا مساحته ١٧ قيراطاً وفي عام ١٩٦٥ زرع في حوض منعزل في سخا مساحته ١٠ أفدنة وفي سنة ١٩٦٦ زرع منه مساحة ٦٦ فداناً من النويات . عادة يحيط بالنويات الذاتية والسلالات وتجربة محصول النويات نطاقان الأول من مخلوط اكثار السلالات عام ١٩٦٤ والثاني اكثار نطاق الصنف في العام السابق .

القطن الهجين :

اقترح الاستفادة من قوة الهجين في القطن بزراعة هجن الجيل الأول . وتم اقتراح الطرق لانتاج الجيل الأول وتشمل التلقيح اليدوي ، والتلقيح الخلطي الطبيعي واستعمال المواد المبيدة للكاميتات الذكرية gametocides للحصول على العقم الذكري واستعمال العقم الذكري الوراثي والسايتوبلازمي . ففي الهند يمارس التلقيح اليدوي على نطاق محدود ، وهذه الطريقة غير اقتصادية خصوصاً في البلدان ذات الكلفة المرتفعة للعمالة . وقد أدى اكتشاف العقم الذكري السايتوبلازمي الى تجديد الاهتمام في استنباط هجن القطن . وتتضمن الطريقة استخدام السلالة Aline A العقيمة سايتوبلازميا وسلالة محافظة B- line وسلالة مستعيدة للخصوبة R- line وهذه الطرق تشابه الطرق المستخدمة في الحنطة والذرة البيضاء .

في العراق أظهرت دراسات بعض الهجن الفردية والثلاثية بين أصناف كوكر ٣١٠ وجي ال ٢٧٧ وآكالا ١٧١٥ وحلب ١ وبياستر ٢٠٢ وولكوت وستونفيل ٢١٣ ، غزارة هجينية معنوية عن متوسط آبائها لبعض الصفات . كما أظهرت الهجن الثلاثية غزارة هجين أكبر مقارنة بالهجن الفردية بين الأصناف الثلاثة المكونة لكل هجين ثلاثي (داؤد ، ١٩٨٦) .

التهجين بين الأنواع :

يمكن استعمال التهجينات بين الأنواع لادخال جينات جديدة في قطن الابلاند. وتم الحصول على منتخبات من الهجن الثلاثية بين ثلاثة أنواع (G. arboreum X G. thurberi) X American Upland لها الياف قوية بشكل غير اعتيادي. ويبدو هذا الشذوذ بسبب كون عوامل قوة الألياف قد اشتقت من الأنواع الامريكية البرية وهو *G. thurberi* وهي أنواع لاتنتج أليافاً. لكل من قطن الابلاند الامريكي*G.hirsutum* وأقطان البيا *G. barbadense* Pima Cottons ٢٦ زوجا من الكروموسومات وتتهجن بصورة حرة. أجري العديد من الهجن بين أصناف هذين النوعين نتج عنه ادخال جينات من أحد الأنواع الى الآخر. أما في الهجن المتباعدة فمن الضروري اجراء عدة تهجينات رجعية لقطن الابلاند لغرض استعادة الصفات الحقلية المرغوب فيها وازالة تأثير السلوك الكروموسومي المميت lethal أو الذي تؤدي الى العقم.

أشار Poehlman (1983) الى أن عددا كبيراً من الصفات المرغوب فيها قد تم نقلها الى أقطان الابلاند. وقد نجح برنامج منظم لتهجين أنواع القطن في محطة المسيسيبي التجريبية في الحصول على هجن بين ١٦ نوع ونقل كروموسومات الى سبعة من السايتوبلازم.

المحافظة على اصناف القطن :

تم التأكيد على الحاجة في المحافظة على أصناف القطن من التدهور والحصول على أصول نقية وبصورة دورية ، وقد ذكرنا دور الانتخاب الفردي في المحافظة على الأصناف. يمكن المحافظة على الأصناف بعدة طرق :

آ- تنقية الصنف من نباتات الشوارد offtypes
ب- الانتخاب الاجمالي
جـ- انتخاب النباتات الفردية
د- المحافظة على قسم من البذور الأصلية

ان ازالة الشوارد يقلل من الخلط ولكنه يتحدد بمعرفة النباتات التي تختلف مظهريا في الحقل والتي تختلف من نمط نباتات الصنف وما لم تزال النباتات الشوارد قبل التزهير فان حصول التلقيح سيبق على الجينات الآتية من الشوارد. اما الانتخاب الاجمالي فيتحدد في التعرف على النباتات المتفوقة بالفحص العيني. ان التلقيح الذاتي للنباتات المنتخبة يزيل

احتمال التلقيح الخلطي مع الشوارد. ومالم يتم انتخاب عدد كبير من النباتات ودقة جمعها في الانتخاب الاجمالي فان التغاير سيزداد من خلال ضم نباتات شاردة وبتكرار عالٍ اكثر من وجودها في المجتمع الاصلي.

أما الانتخاب الفردي أو انتخاب النسل Progeny selection فقد نوقش وطريقة استخدامه في المحافظة وزيادة بذور أكالا ٤ – ٤٢ Acal 4 – 42 في كاليفورنيا وكما موضح في الشكل ٢١ – ٥. ففي كل سنة تزرع سطور التلقيح الذاتي من انتخابات للنباتات المتفوقة من عوائل أكالا ٤ – ٤٢. تجمع البذور المحصودة من سطور النسل لتعطي النواة لاكثار البذور. يتزايد حفظ ثم اعادة استعمال البذور الأصلية كطريقة للمحافظة على نقاوة الصنف. عادة يتم تخزين عدة أطنان من البذور الأصلية في غرف باردة مسيطر على ظروفها البيئية للمحافظة على الأنبات ولعدة سنوات. وفي كل سنة تؤخذ كمية كافية من البذور لتعطي النواة لاكثار جديد للبذور. تؤمن الطريقة عدم حصول التغيرات الوراثية في بذور النواة خلال العمر المتوقع للصنف. تجنب هذه الطريقة ضياع وقت المربي والمصادر التي تستنزفها عملية المحافظة على الصنف وتتيح توجيه جهدا أكبر نحو تحسين الصنف.

اهداف التربية في القطن:

تتضمن الأهداف الرئيسة في تربية القطن.

(١) الحصول على انتاج عال من القطن.
(٢) التبكير بالنضج.
(٣) الأقلمة للزراعة الميكانيكية.
(٤) المقاومة للأمراض والحشرات.
(٥) تحسين نوعية الألياف والبذور.

(١) حاصل القطن الشعر:

يتحدد حاصل القطن بالمكونات التالية: (آ) عدد الجوز (ب) حجم الجوز و(ج) تصافي الحليج. فالنباتات العالية الانتاج يجب ان تكون متفرعة ذات عدد كبير من الجوز، كما يرغب بزيادة عدد البذور في الجوزة وذلك لكون الألياف تؤخذ من سطح البذور. كذلك فان كثافة الشعر على البذرة توخذ بنظر الاعتبار في تصافي الحليج. ان كثافة الشعر من خصائص الصنف ويمكن تحسينها عن طريق التربية. ومن المهم أن يعطي النباتات بصورة مبكرة قبل حلول البرد والانجماد.

تختلف أصناف القطن في حجم الجوز والذي يعبر عنه بوزن القطن (بذور+ شعر) بالغرامات. أما تصافي الحليج فهو وزن الشعر الذي يتم الحصول عليه من وزن بذور القطن. لذلك يرتبط حجم البذرة مع نسبة الألياف فالاصناف ذات البذور الكبيرة لها تصافي حليج أقل من الأصناف الصغيرة البذور. وان حجم البذور يرتبط مع حجم الجوز فالجوزة الصغيرة لها بذور صغيرة والجوزة الكبيرة لها بذور كبيرة. يتأثر الحاصل النهائي للالياف بالعلاقات بين جميع الصفات المذكورة سابقا. كذلك مع المقارنة للأمراض والحشرات وغيرها من العوامل.

ان حاصل الألياف في وحدة المساحة أكثر اهمية للمزارع من بذور القطن وذلك لكون قيمة الشعر أكثر من قيمة البذور. وان الانتخاب لتحسين حاصل الألياف مرارا ماتحصل عنه انخفاض في نوعية الألياف التي يجب الاهتمام بها في التربية للحاصل العالي.

التبكير بالنضج:

ان للتبكير في النضج فوائد عدة في القطن. فالتبكير يتيح للقطن أن ينمو خلال فترة ملائمة من ناحية الرطوبة ويتم جنيه قبل ان يتلف بفعل ظروف سيئة وقبل أن يصاب بالحشرات والامراض. كما ان النضج المبكر والمتجانس يساعد في الحصاد الميكانيكي، حيث يرغب في الحصول على نسبة مرتفعة من القطن المتفتح في الجنية الأولى، كذلك في الأصناف المبكرة تساعد في الاقتصاد بمياه الري مقارنة بالأصناف المتأخرة.

عادة لايمكن قياس صفة التبكير بسهولة حيث أن نبات القطن يعطي ازهارا ويعقد الجوز عبر فترة زمنية طويلة. فالتبكير يتأثر بالآتي:

(آ) مدى تبكير القطن بالتزهير.
(ب) سرعة تطور الأزهار.
(ج) الفترة الزمنية الضرورية لنضج الجوز.

تختلف الفترات الزمنية لهذه الأدوار نسبيا حسب الأصناف والظروف البيئية التي ينمو تحتها القطن.

تربية التبغ

BREEDING TOBACCO

مقدمة :

التبغ من المحاصيل التي اصبحت تزرع على نطاق واسع في جميع اقطار العالم رغم ان الموطن الاصلي للمحصول في امريكا. تتركز زراعة التبغ في العراق في المناطق الشمالية في المحافظات : دهوك وأربيل والسليمانية ، اما التنباك فيزرع في بعض محافظات الوسط مثل محافظة كربلاء. ويعد التبغ من المحاصيل المهمة في الصين، والهند، وتايلاند، والباكستان ، وبورما ، وسيريلانكا ، واندونيسيا والولايات المتحدة الامريكية.

يتأثر نمط ونوعية التبغ المزروع بدرجة كبيرة بظروف التربة والمناخ. تتطور ورقة التبغ وهي المنتوج التجاري للمحصول تحت ظروف بيئية معينة. تعد العوامل المناخية من درجة الحرارة والرطوبة من العوامل المهمة التي تؤثر في نوعية ورقة التبغ ، لذلك يتركز انتاج التبغ في مساحات صغيرة ، وان التبغ المنتج في منطقة معينة له صفات معينة تميزه من التبوغ المنتجة في مناطق اخرى ، ففي العراق هناك تبوغ كويسنجق وتبوغ بشدر. يزرع التبغ كمحصول صيفي في المنطقة الشمالية من العراق.

ان اعمال التربية للحاصل في التبغ معقدة وذلك لان النوعية مهمة في الدرجة الاولى وهي صفة معقدة لايمكن قياسها بصورة كمية. ويمكن قياسها على اساس مظاهر نوعية مثل الطعم taste والرائحة aroma بعد تخمير وتجفيف التبغ بصورة جيدة.

الوصف النباتي والوراثة :

ينتمي محصول التبغ الى جنس Nicotiana من العائلة الباذنجانية Solanaceae التي تشتمل على البطاطا والطماطة ، والفلفل ، والباذنجان والبيتونيا وغيرها من المحاصيل الغذائية والعطرية والطبيعية. ويعرف حالياً (٦٥) نوعاً من التبغ حوالي نصفها متوطن في امريكا الجنوبية والبقية في شمال امريكا واستراليا وجزر جنوب المحيط الهادي.

هناك نوعان مهمان من الانواع المزروعة للجنس Nicotiana وهما التبغ *N. tabacum* والتنباك *N. rustica* ولا يوجد اي منها بحالة برية. يزرع النوع الاول لاغراض التدخين والتبغ المعلوك اما النوع الثاني فيستعمل للتدخين بالنركيلة وكسعوط للاستنشاق.



شكل ٢١- ١٠ النورة الزهرية لنبات التبغ حيث يحمل السويق الطرفي عدة أزهار

يتراوح العدد الاحادي (n) لكروموسومات النوع في الجنس Nicotiana من ٩- ٢٤ كروموسوم ولكن العدد الشائع (١٢) كروموسوم و (٢٤) كروموسوم. يحمل كل من النوعين العدد الثنائي (2n) لعدد الكروموسومات وهو (2n = 48). يعتقد ان النوع *N. tabacum* متضاعف خلطي amphidiploid نشأ من التهجين بين النوعين *(n= 12) N.* *sylvestris* ونوع من انواع Tomentosa ويحتمل ان يكون *N. Otophora* (n = 12). ويظهر ان التنباك *N. rustica* ثنائي نشأ من التهجين بين النوعين *N.* (n = 12) *pannculata* مع *N. undulata* (n = 12).

تتباين اوراق التبغ بصورة واسعة بالشكل والنسجية والعدد. ويعتمد ذلك على الصنف والظروف البيئية والعمليات الزراعية. بصورة عامة يتم اجراء قطع القمم النامية Topping والسرطنات Suckers لتشجيع نمو الاوراق المرغوب فيها. ان القدرة على مراكمة النيكوتين nicotine احدى صفات نبات التبغ. والنيكوتين قلويد alkaloid له الصيغة التركيبية ($C_{10}H_{14}N_2$) ويصنع في الجذور ولكنه يوجد في جميع اجزاء النبات

ماعدا البذور الناضجة ويخزن بصورة واسعة في الاوراق. تختلف كمية النيكوتين والقلويد القريب اليه النورنيكوتين nornicotine بدرجة واسعة باختلاف الصنف وانواع التبغ.

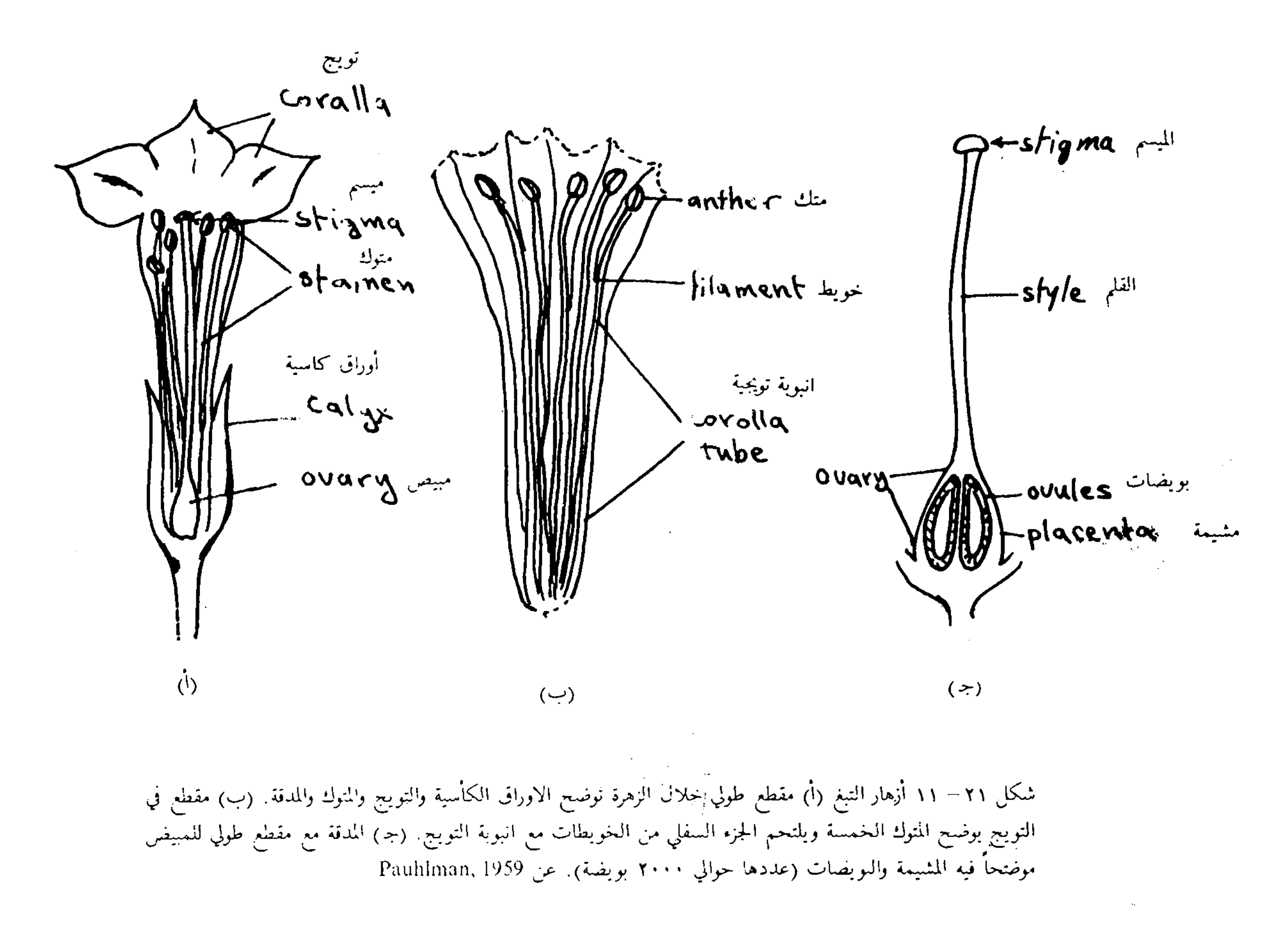
التزهير: Flowering

تكون النورة الزهرية للتبغ نورة راسيمية طرفية والتي تحمل حوالي ١٥٠ زهرة (شكل ٢١ – ١٠). التويج Cotolla يحتوي على خمس بتلات ملتحمة مع بعضها البعض مكوناً انبوبة طويلة تنتهي بخمسة فصوص ممتدة (شكل ٢١ – ١١). لون البتلات الاعتيادي وردي ولكنه قد يتغير بين الابيض والاحمر في بعض الاصناف. تحتوي الزهرة على خمسة متوك ملتحمة بالانبوبة التويجية (شكل ٢١ – ١١ب) ومدقة ذات قلم طويل واسطواني مع ميسم مكون من فصين وطرف غير حادة (شكل ٢١ – ١١ج). بصورة عامة المدقة لزجة وتلتصق بها حبوب اللقاح بشكل مباشر. اعتيادياً التبغ ذاتي التلقيح ولكن قد يحصل تلقيح خلطي طبيعي بنسبة ٤ – ١٠٪ عن طريق التلقيح بواسطة الحشرات. لذا من الضروري وضع اكياس ورقية على النورة الزهرية لتأمين التلقيح الذاتي. يجب ازالة الازهار المتفتحة والملقحة قبل اجراء عملية التكييس، ويفضل تعفير الرؤوس بمبيد حشري قبل التكييس لمنع الحشرات من التغذي عليها.

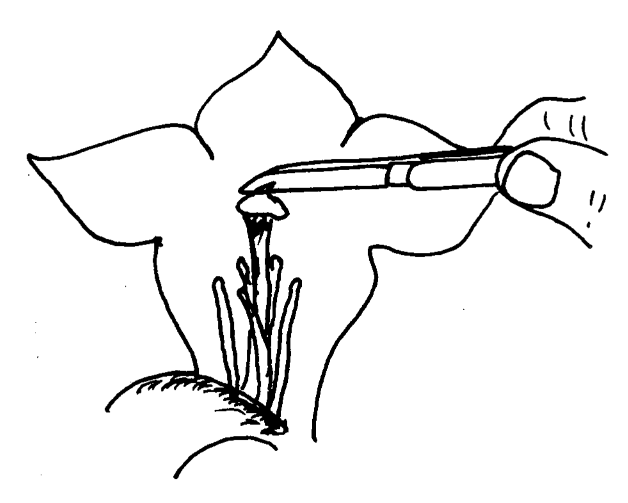
البذور صغيرة جداً وتتكون في علبة منصفة (شكل ٢١ – ١١ج). وقد نحصل من زهرة واحدة على ٢٠٠٠ – ٥٠٠٠ بذرة وعدة مئات من الآلاف من البذور للنبات الواحد.

اما نبات التنباك فينتج حوالي ربع هذا العدد. ان هذه القدرة الكبيرة على انتاج البذور تسمح في الاكثار السريع للضروب والاصناف الجديدة. تعيش بذرة التبغ لفترة طويلة اذا ماتم تخزينها في مكان بارد وجاف حيث تحتفظ بحيويتها لفترة ١٥ – ٢٠ سنة.

يمكن اجراء التلقيح الخلطي الاصطناعي في التبغ عند اختيار الزهرة الناضجة والمتفتحة، حيث تزال الازهار المتفتحة تاركين الازهار التي لم تنتج حبوب لقاح بعد. ويمكن التعرف على المرحلة الملائمة لعملية الاخصاء emasculation وذلك بوجود اللون الوردي في طرف البتلات في الازهار غير المتفتحة. تخضر الازهار الناضجة تقريباً بتمزيق البتلات وازالة المتوك اما باليد او بواسطة ملقط صغير. وفي الوقت نفسه يتم اختيار حبوب اللقاح من الاب الذي له متوك متطورة بصورة كاملة وغير مفتوحة وبطرف سكين صغيرة يعمل شق في المتك الناضج وتنقل كمية صغيرة من حبوب اللقاح الى الميسم (شكل ٢١ – ١٢). بعد التلقيح تعلم الزهرة ثم تغطى الزهرة لمنع حبوب اللقاح الاخرى من الدخول اليها وتعلم.



شكل ٢١ – ١١ أزهار التبغ (أ) مقطع طولي خلال الزهرة توضح الاوراق الكأسية والتويج والمتوك والمدقة. (ب) مقطع في التويج يوضح المتوك الخمسة ويلتحم الجزء السفلي من الخويطات مع انبوبة التويج. (جـ) المدقة مع مقطع طولي للمبيض موضحاً فيه المشيمة والويضات (عددها حوالي ٢٠٠٠ بويضة). عن Pauhlman, 1959



شكل ٢١ – ١٢. التلقيح الخلطي الاصطناعي في زهرة التبغ حيث تنقل حبوب اللقاح الى ميسم الزهرة المخصية على طرف نصل السكين (عن Poehlman 1959)

الوراثة :

تم اجراء العديد من الدراسات الوراثية في التبغ الاعتيادي مع غيره من الانواع داخل الجنس Nicotiana. فقد قام العالم الالماني Koelreuter عام ١٧٦١ بتهجين التبغ قبل مندل. اجريت خلال الاربعين سنة الماضية دراسات واسعة عن التهجين بين الانواع. التبغ من المحاصيل الملائمة للدراسات الوراثية وذلك للاسباب الاتية : (١) التبغ من المحاصيل الذاتية التلقيح ومن السهولة القيام بالتلقيح الخلطي فيه (٢) يمكن الحصول على كمية كبيرة من البذور والتي تبقى حية لعدة سنوات. (٣) التبغ ذو تباين وراثي كبير جداً وللعديد من الصفات النباتية (٤) يمكن الحصول على تباينات واسعة في الصفات في الانواع القريبة التي تتضرب بسهولة مع التبغ الاعتيادي.

يوفر التباين الواسع ضمن النوع *N.tabacum* الفرصة لدراسة وراثة عدد كبير من الصفات مثل لون الازهار، والحجم ، وطول السلاميات ، وشكل الورقة وحجمها ، ونسجة الورقة ، وخواص قاعدة الورقة ، وعدد وحجم السرطانات. وان لبعض هذه الصفات اهمية لمربي النبات بشكل غير مباشر اما صفات مثل : موعد التزهير والمقاومة للامراض ، وصفات الورقة ، ونوعية الورقة ، ومحتوى النيكوتين وبعض الصفات المماثلة فلها اهمية مباشرة لمربي النبات.

تجري التهجينات بين الانواع المختلفة في التبغ بصورة حرة ضمن الجنس *Nicotiana* ولبعض هذه التهجينات بين الانواع اهمية خاصة للمربي حيث استعملت التهجينات مع *N. rustica*. للتربية لنسبة النيكوتين العالية والمقاومة لمرض الساق الاسود black shank والتهجينات مع *N. longiflora*. للحصول على المقاومة للمرض البكتيري Wild fire والتهجين مع النوع *N. glutinosa* كمصدر للمقاومة لمرض الموزاييك. كما أمكن الحصول على مقاومة لمرض تعفن الجذور الاسود Black root rot في التبغ الاعتيادي من التهجين مع *N. debeneyi* عادة تتم مضاعفة العدد الكروموسومي للهجين بين الانواع بواسطة استخدام عقار الكولشيسين ثم القيام بالتهجين الرجعي الى التبغ الاعتيادي. من الضروري ان يتحكم في الصفة المنقولة جين واحد سائد بحيث يمكن انتخاب النبات الذي يحمل الصفة المطلوبة من انسال التهجين الرجعي. مرات عدة مع التلقيح الاعتيادي ثم الانتخاب حتى يمكن نقل قطعة من الكروموسوم التي تحمل الجين المطلوب الى كروموسوم النوع *N. tabacoum*.

طرق تربية التبغ :

تتضمن طرق تربية التبغ على طرف الادخال ، والانتخاب ، والتهجين. والتبغ لايشابه المحاصيل التي تزرع من اجل بذورها حيث ان القيمة الاقتصادية تكمن في كمية الاوراق المنتجة ، وصفة ونوعية الاوراق صفة معقدة وتعتمد بالدرجة الرئيسة على تركيبها الكيمياوي ولايمكن رؤيتها وقياسها بسهولة.

١. طريقة الادخال :

لعبت طريقة الادخال دوراً مهماً في العراق والهند وغيرهامن الدول حيث ان موطن التبغ الأصلي هو امريكا. فقد تم ادخال التبغ الى العراق حوالي عام ١٦٥٠ عن طريق تركيا التي دخل اليها التبغ عام ١٦٠١ عن طريق ايطاليا. وفي الوقت الحاضر هناك سلالات مستوردة واخرى محلية. وخلال الفترة من ١٩٣٠ – ١٩٤٥ تم استيراد عدد من اصناف التبوغ الشرقية من تركيا وبلغاريا (حوالي ٣٠ صنفاً) وتم ادخال اصناف فرجينية وهي اصناف ذات نباتات كبيرة وفترة نمو طويلة تنقل شتلاتها في حزيران ويكون نموها بطيئاً في تموز وآب ثم تنمو بصورة سريعة في اوائل ايلول (عن جلال شفيق ، اتصالات شخصية).
من الاهداف التي يسعى اليها في العراق مايأتي :

١. اجراء عملية مسح كامل للوصول الى ماهية التبوغ المزروعة لدى المزارعين.
٢. في مجال التربية تتحدد الاهداف في : (أ) زيادة كمية الحاصل من الاوراق (ب) النضج المبكر (جـ) تقصير ارتفاع التبوغ الشرقية من ١م الى حوالي ٦٠ سم (د) مقاومة امراض الذبول damping off والساق الاسود، والفيوزارمي النيماتود والموزاييك (هـ) مقاومة الجفاف والحرارة المرتفعة (و) تقليل حجم المجموعة الزهرية (ز) تحسين الاستجابة لعملية قطع القمم النامية Topping في التبوغ الشرقية (ر) التربية لانعدام السرطانات في التبوغ الفرجينية.
٣. ومن الناحية النوعية :
(أ) التربية للنيكوتين الواطئ ١ - ٢,٥ ٪
(ب) رفع نسبة السكر في التبوغ الشرقية (حالياً ٨- ١٠ ٪)
(جـ) لاتوجد مشكلة الآن في تجانس الاحتراق

هذا وقد أشار شفيق Shafik (1985) الى دراسات مقارنة للصفات الحقلية والحاصل على خمسة اصناف من التبغ المحلي وهي : بشمة وكول سبي ، وكولسور وراوندوز وباكا فضلاً عن الصنف الذي ادخل بريليب Prelep وأورد فروقات في ارتفاع النبات وعدد الاوراق/ نبات ، وطول السلاميات ، وطول الورقة ، والتزهير وغيرها من الصفات.

٢ - التهجين :

اصبح التهجين من طرق التربية المهمة في التبغ خصوصاً بعد ازدياد المعرفة الوراثية بهدف دمج صفات النبات المختلفة وتلبية الاهداف التي يسعى اليها مربي النبات من حيث الجمع بين جينات العدد الكبير للاوراق وتحسين النوعية والمقاومة للامراض. ولم تلعب طريقة التهجين دوراً في تربية التبغ في العراق لعدم وجود المختصين بتربية التبغ ويمكن ان تزداد اهمية الموضوع في المستقبل بعد زيادة عدد المختصين في التبغ وتربيته.

آ- التهجين بين الأنواع :

ان للتهجين بين الأنواع أهمية في برامج التربية لنقل المقاومة للأمراض حيث نجد أن جينات المقاومة لأمراض معينة موجودة في أنواع اخرى من جنس *Nicotiana* مرارا مايحصل في حالة التهجين بين الأنواع اضافة جينات رديئة للصنف المتأقلم. وللتغلب على هذه المظاهر غير المرغوب فيها واسترجاع نمط النبات المرغوب فيه والصفات النوعية

للصنف المتأقلم من الضروري اجراء عملية التهجين الرجعي الى صنف التبغ المرغوب فيه ان العدد الكبير من أنواع الجنس *Nicotiana* والتي تمتلك صفات المقاومة للأمراض يجعل التهجينات بين الأنواع حقلا خصبا لمربي النبات. اجريت في الهند تهجينات شملت النوع *N.glauca* لغرض نقل جينات المقاومة للبياض الدقيقي Powdery mildew الى التبغ الاعتيادي.

ب- الاستفادة من قوة الهجين:

تم اجراء العديد من الدراسات عن قوة الهجين في نبات التبغ. عادة لاتشكل عملية انتاج البذور الهجينة مشكلة في الوقت الحاضر حيث يمكن انتاج حوالي ٢٠٠٠ بذرة من تلقيح يدوي واحد. وان حوالي ٢٠٠ زهرة تكون كافية لانتاج بذور تكفي لزراعة دونم واحد (٢٥٠٠ م٢). يمكن التخلص من عملية الاخصاء في التبغ باستعمال صفة العقم الذكري السايتوبلازمي. ويمكن الحصول على هذه الصفة بادخال كروموسومات التبغ الاعتيادي *N.tabacum* في سايتوبلازم النوع *N.debneyi* أو النوع *N.megalosiphon* وبعض الأنواع الاخرى. وباستعمال طريقة التهجين الرجعي مرات عدة يمكن الحصول على نباتات *N.tabacum* عقيمة ذكريا. وعندما تلقح النباتات العقيمة ذكريا بحبوب لقاح خصبة سيكون لدينا انتاج اعتيادي من البذور ولا توجد حاجة الى جينات استعادة الخصوبة Restore gene في هذه الحالة وذلك لأن الأوراق فقط تستعمل في الجيل الأول (F_1) وان انتاج البذور غير ضروري في الجيل الأول.

تم الحصول على قوة الهجين في التبكير بالنضج والارتفاع وعدد الأوراق وبعض الصفات الاخرى الا أن الزيادة في الحاصل غير مشجعة: في دراسات اجريت في كارولينا الشمالية North Carolina تهجينات بين أصناف عدة من التبغ كان حاصل ١ هجن في الجيل الأول أعلى بمقدار ٤٪ مقارنة بالأبوين. من هذه الدراسات وغيرها يتضح أن الاستفادة التجارية لهجن التبغ قليلة مقارنة بالسلالات النقية للتبغ الاعتيادي. هناك حاجة لاجراء دراسات حول حاصل تضريبات لأصول وراثية مختلفة وكذلك عن نوعية وتجانس الهجن مقارنة بالأصناف الاعتيادية.

التربية بالطفرات: Mutation Breeding

استعمل الاشعاع والمطفرات الكيمياوية لزيادة التباين الوراثي. وبالرغم من امكانية استنباط عدد كبير من الطفرات الحية في التبغ والتي تعود الى حالة التضاعف الموجودة في

التبغ الا ان احتياجات النوعية في النبات تجعل من الصعوبة الحصول على طفرات مرغوب فيها بصورة مباشرة. من الضروري استخدام التهجين لغرض نقل الصفة الطافرة الى الأصناف المتأقلمة. ويجب أن تزرع نسل كل علبة بصورة منفصلة بعد التشعيع.

تربية المتضاعفات : Polyploidy

بما أن التبغ المزروع متضاعف في الأصل فان الحصول على نجاح من استعمال المتضاعفات صعب. المتضاعفات مفيدة في اجراء التهجينات بين الأنواع لنقل المقاومة للأمراض أو غيرها من الصفات المرغوب فيها.

أهداف التربية في التبغ :

للتبغ صفات نوعية مختلفة وفقا للأغراض المختلفة التي يستعمل لأجلها ولذلك من الضروري وضع برامج تربية لمختلف أنماط التبوغ. على العموم هناك أهداف عامة تشمل الحاصل والصفات الحقلية والمقاومة للأمراض والتبكير بالنضج والمقاومة للانجماد.

آ- الحاصل :

يشمل الحاصل في التبغ عدد وحجم الأوراق. وتختلف أصناف وأنماط التبغ في هذه الصفات اختلافا كبيرا. بصورة عامة لايعني الحاصل كثيرا لمربي التبغ ان كان مرافقا لتغيرات واسعة في صفات التبغ النوعية الأساسية للصنف المزروع حيث يستقر السوق على الصنف المزروع ولا يحبذ التغيرات الجذرية في الصنف سواء كان من قبل المزارع أو المصنع. واذا كان الحاصل مهدداً وبدرجة كبيرة بمرض خطير يكون التركيز في برنامج التربية لمقاومة المرض لمنع الانخفاض في الحاصل. وللحصول على قبول للصنف يجب ان يحظى الصنف المقاوم للمرض مع نوعية مقبولة. ومن الخطأ الكبير الاعتماد على صفة الحاصل للدونم فقط في تقويم الصنف، حيث يجب الأخذ بنظر الاعتبار نسب درجات التبغ المختلفة لاوراق التبغ المنتج من النبات. وهناك قليل جدا للاستجابة للأسمدة في تلبية الاصناف للحاصل العالي.

٢- تحسين الصفات الحقلية :

قد يكون بالامكان تحسين الصفات الحقلية للتبغ والتي تشمل :

آ- صلابة الاوراق Toughness ومقاومتها لظروف القطف القاسية.

ب- المقاومة للرياح والعواصف لمنع التكسر في ظروف الجو الرطب.

جـ- المقاومة لأمراض Scald وذلك للتقليل من الذبول وقتل مساحات ورقية خصوصا في الايام الحارة.

د- التجانس في النضج وذلك لمنع الاوراق السفلى من السقوط او ان تتدهور في النوعية قبل حصاد الاوراق العليا.

هـ- قدرة النبات على الوقوف بصورة قائمة وعدم الاضطجاع عند الحصاد.

و- تقليل عدد السرطانات أو سرطانات صغيرة أو سرطانات تنمو بشكل بطيئ للتقليل من تكاليف العمل لازالة هذه السرطانات. اما صفات التجفيف فقد لاحقت اهتماما قليلا ولكن يمكن تحسينها عن طريق التربية، وعلى العموم فان صفات التجفيف معقدة في الأصناف المختلفة وأنماط التبغ والتي تستجيب بشكل مختلف لطرق التجفيف.

٣- مقاومة الأمراض :

تم اعطاء اهتمام كبير في العديد من مناطق العالم لتربية التبغ لمقاومة الامراض. ان استخدام المواد الكيمياوية لمكافحة الأمراض في التبغ يتداخل مع النوعية في كثير من الأحيان. لذلك فان التربية لمقاومة الامراض من الأمور الأساسية لمشاكل مقاومة الأمراض، كذلك بالنسبة للأمراض التي لايتوفر لها مقاومة كيمياوية مثل مرض تعفن الجذور Root rotting وفي هذه الحالات توفر التربية الحل الأمثل للمحافظة على الحاصل. ومن اهم الامراض التي يعاني منها التبغ هي أمراض الذبول البكتيري والذبول الفيوزيرمي، والبياض الدقيقي والانثراكنوز والموزاييك وتجعد الاوراق والنيماتود والساق الأسود black shank. ومن الدراسات التي أجريت في الولايات المتحدة تم الحصول على خبرات في هذا المجال والتي تشير الى :

آ- ان مقاومة مرض الساق الأسود black shank والذبول البكتيري موجودة في التبوغ الاعتيادية.

ب- وجود مقاومة كافية للعديد من الأمراض البرية لجنس التبغ.

جـ - ان المقاومة التي توجد داخل النوع intraspecific مرارا ماتكون متعددة الجينات فيما تكون المقاومة بين الأنواع *interspecific* فتكون ذرات توارث بسيط أي يتحكم بها جين او عدد قليل من الجينات.

د - غالبا مايصاحب نقل صفة المقاومة او المناعة من الأنواع الاخرى انتاج ضروب ذات صفات غير مرغوب فيها في شكل النبات، والحاصل اوا لنوعية مالم تجر تهجينات رجعية للتخلص من الجينات غير المرغوب فيها والتي دخلت من الأنواع الأجنبية.

هـ - قد تكون الجينات المرغوب فيها من الأنواع الاخرى مرتبطة مع جينات غير مرغوب فيها وكمثال ترتبط الجينات المقاومة للنياتود مع جينات شكل الورقة الضيق.

يوضح الجدول (٢١ - ٦) المرض والمسببات المرضية ومصادر المقاومة للمرض.

جدول (٢١ - ٦): الأمراض والمسببات المرضية ومصادر المقاومة في التبغ.

المرض	المسبب المرضي	مصادر المقاومة
Black shank	*Phythophthora parasitica* var. nicotiana	Florid 301, Dixie Bright 101 244 vesta, Dixie shade *N.longiflora, N. plumbaginifolia*
الذبول البكتيري	*Pseudomonas solonacearm*	T.I 448A
الذبول الفيوزرمي	*Fusarium oxysporum* var. nicotiana	العديد من الاصناف الامريكية flue- cured varieties تكون مقاومة
البياض الدقيقي	*Erysiphe cichoracearum* var. nicotiana	*N. glutinosa*
الانتراكتوز	*Colletotrichum tabacum*	*N.debneyi, N. longifera*
الموزاييك	Tobacco mosaic virus	*N.glutinosa*
النياتود	Meloidogyne sp.	E.I. 706, *N. repanda*

النوعية :

تعد النوعية في التبغ من الصفات المعقدة التي لايمكن تعريفها بسهولة . تتغير النوعية حسب نمط وصنف التبغ والبيئة التي زرع فيها وطريقة التخمير وطريقة تجفيف الأوراق وطريقة استعمال التبغ . ولا يمكن قياس النوعية في نهاياتها بواسطة الوسائل الفيزياوية . والكيمياوية فهي تعتمد على رغبة المصنع والمستهلك . وفي الواقع كان عمل المربي لتحسين النوعية قليلا فالاهتمام الرئيس ينصب في المحافظة على الصفات النوعية لأحسن أنماط التبغ التي يعمل عليها وعلى العموم فان ادخال جينات المقاومة للأمراض في معقد كروموسومات التبغ الاعتيادي من أنواع اخرى من التبغ يحتم وجوب اختبار الصنف الجديد للنوعية قبل توزيعه . ان العديد من الأنواع المستخدمة كمصدر للمقاومة للأمراض لها القليل جدا من الصفات النوعية المرغوب فيها لذلك فمن الواجب القيام بعملية التهجين الرجعي للتبغ الاعتيادي لازالة الجينات غير المرغوب فيها من المصدر الأجنبي والمحافظة على النوعية والحاصل ونمط النبات .

ان مكونات النوعية التي تؤخذ بنظر الاعتبار من قبل المربي هي صفات الورقة ، ونوعية الاحتراق ، والرائحة aroma والطعم والمحتوى السكري ومحتوى النيكوتين. ويعير مصنعو السكاير اهمية كبيرة للتركيب الكيمياوي للأوراق أكثر من السابق .

آ- صفات الورقة :

١ . حجم الورقة
٢ . شكل الورقة
٣ . لون الورقة
٤ . سمك وهيكل الورقة

تختلف هذه الصفات باختلاف الصنف ، كذلك يمكن ان تتأثر بالظروف البيئية وطرق الزراعة وموقع الورقة على الساق . في تبغ السكاير تكون الأوراق قصيرة ورقيقة وبتفرعات أقل للعروق وذات نسجة خفيفة ويفضل أن تكون لها بعض المطاطية . في تبوغ البايب تفضل الأوراق الرقيقة بينما في السكاير تفضل الأوراق السميكة وتفضل أسمك الأوراق للتبغ المعلوك ، كذلك الأوراق العريضة مفضلة في جميع الأنماط لاعطاء حاصل عالٍ من الشرائط .

ب- نوعية الأحتراق والرائحة :

ان نوعية الأحتراق مهمة من الناحية النوعية ويمكن تحديدها بعوامل : (١) مميزات مسك النار (٢) معدل وتجانس وتكامل الاحتراق و (٣) صفات الرماد المتبقي. تتأثر نوعية الاحتراق بالصفات الفيزياوية والكيمياوية للورقة والتي تختلف باختلاف الأصناف والتربة. أما الرائحة aroma فتتكون عن طريق التجفيف والتخمير ولكنها تتغير حسب الصنف. أما الطعم والنكهة فهي مهمة في النواتج النهائية ولكن من الصعوبة تقويمها.

٣. محتوى النيكوتين :

زاد الاهتمام في التربية للأصناف القليلة النيكوتين في تبغ السكاير وذلك للرغبة في تقليل اضرار السكاير تفضل نسبة النيكوتين المرتفعة في تبوغ النركيلة وتبغ العلك. وقد عرف من زمن بعيد ان نسبة النيكوتين تتأثر بالصنف والظروف البيئية والعمليات الزراعية. يسبب التسميد الثقيل بالأسمدة النتروجينية في زيادة الحاصل وينتج عن قطع القمم النامية والسرطانات زيادة في نسبة النيكوتين. بصورة عامة تتباين نسبة النيكوتين في الأصناف كما يلي :

آ- أصناف التبغ الاعتيادية *N.tabaccum*

أنماط السكاير ١ - ٢٪

السكار ٢- ٣٪

النرجيلة bidi ٦ - ٨٪

الجروت Cheroot ٣- ٤,٧٪

ب- أما أصناف *N.rustica* فتراوح النسبة بين ٢ - ٣,٥٪ وفي تبغ النشوق فهي ٣,٢- ٤,٨٪.

تشير الدراسات الوراثية الى سيادة المحتوى العالي للنيكوتين على المحتوى الواطئ. فقد كان الجيل الأول F_1 من التضريب بين أصناف ذات محتوى واطئ للنيكوتين مع ضرب تبغ بيرلي في الولايات المتحدة الامريكية كان عاليا في نسبة النيكوتين وكان المدى في عوائل الجيل الثاني ٢,٨٢- ٥٪. تختلف العوامل التي تسيطر على القلويدات الكلية

(النيكوتين والنورنيكوتين nornicotine) تختلف عن العوامل التي تؤثر في تحويل النيكوتين الى نورنيكوتين او غيرها من النواتج.

٤- محتوى السكر:

تم تركيز بعض الاهتمام لتربية المحتوى العالي للسكر في أوراق التبغ flue– cured tobacco وبزيادة استعمال السكاير أصبحت الشركات تفضل التبغ الخفيف ذا المحتوى الواطئ من النيكوتين والمحتوى العالي من السكر. تبلغ نسبة السكر في الأصناف الامريكية من النمط فلوكيورد حوالي ١٨٪ ولكن من المرغوب فيه رفع النسبة الى ٢٠٪.

مصادر الفصل الحادي والعشرين References

أبو العيس ، رجاء محي . ١٩٧٢ . معلومات حول أصناف الحنطة في العراق . نشرة إرشادية رقم ٥٢ . مديرية الارشاد الزراعي العامة . وزارة الزراعة . الجمهورية العراقية .

أبو العيس ، رجاء محي . ١٩٧٣ . معلومات حول أصناف الشعير في العراق رقم النشرة ٦٩ . مديرية المحاصيل الحقلية العامة وزارة الزراعة والاصلاح الزراعي . الجمهورية العراقية

العذاري ، عدنان حسن . ١٩٨٩ . محاضرات في تربية المحاصيل الهامة . قسم المحاصيل الحقلية . كلية الزراعة والغابات . جامعة الموصل .

أمين ، عمر علي . ١٩٧٣ . أصناف الحنطة والشعير المحسنة في العراق . نشرة رقم ٧٢ . مديرية المحاصيل الحقلية العامة ./ قسم محاصيل الحبوب والبقوليات . وزارة الزراعة والاصلاح الزراعي / الجمهورية العراقية

ارشادات في زراعة القطن . ١٩٨٦ . الهيئة العامة للتدريب والارشاد الزراعي . وزارة الزراعة والاصلاح الزراعي . الجمهورية العراقية .

داود خالد محمد . ١٩٨٦ . تحليل قدرة التآلف ، الفعل الجيني وغزارة الهجين وتقويم الآباء والهجن باستخدام تحليل التهجين الفردي والثلاثي في القطن . رسالة دكتوراه ، كلية الزراعة والغابات جامعة الموصل .

عبدالباري ، أحمد أنور. ١٩٦٤. أساسيات تربية القطن الطبعة الاولى . دار المعارف ، مصر.

رضوان ، سامي . ١٩٨٠ . محاضرات في تربية المحاصيل الهامة . قسم المحاصيل الحقلية كلية الزراعة والغابات / جامعة الموصل .

Adary, A.H. 1985. Preliminary studies on pure line populations from the local landrace saberbeg wheat zanco: 4: 17– 30.

Anonymous. 1977. CIMMYT Wheat training Manual. CIMMYT, Mexico.

Hadji christo doulou, A. 1988. The use of *Hordeum* Spontaneum to breed barley for grain and self– regenerating pasture. Rachis 7: 15– 17.

Hyne, E.G. (ed.). 1987. Wheat and wheat improvement 2nd edition. Agronomy No. 13. ASA, CssA and sss A. Madison, Wisc. U.S.A.

Jugenheimer, R.W. 1976. Corn improvement, seed production, and uses. John wiley and sons, New York. pp 377.

Lonnquist, J.H. 1964. Amodification of the ear – to – row procedure for the improvement of maize population crop sci. 4: 227 – 228.

Poehlman, J.M. 1959. Breeding Field Crops. Henry Holt and company, Inc. New York.

Poehlman, J.M. 1983. Breeding Field Crops. 2nd ed. AVI. Publishing Company, INC. Westport, Connecticut. pp 227 – 237.

Sinha, U. and Sunita 1982. Cytogenetics, Plant Breeding and Evolution. 2nd ed. vikas publishing House PVT LTD. U.P. India pp 333.

Welsh, J.R. 1981. Fundamentals of plant Genetics and Breeding. John Wiley and sons, Inc. New York.

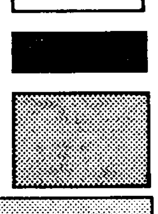
الفصل الثاني والعشرون

اطلاق وتوزيع الأصناف

Release And Cultivar Distribution

الفصل الثاني والعشرون

اطلاق وتوزيع الأصناف



مقدمة :

عندما ينتهي مربي النبات من برنامج تربية محصول معين وقد قام بتقويم والحصول على تراكيب وراثية متفوقة يكون لديه كمية قليلة من البذور أو العقل أو الدرنات والتي تمثل حصيلة جهد سنوات طويلة من العمل المثابر الدؤوب استخدم خلاله كل مهارته والمعرفة المتاحة بهدف الحصول على هذه البذور. يكون مربي النبات مسؤولا عن تنسيق تقويم الصنف وتحضير بذور المربي . ان توزيع الصنف سيكون أسرع عندما تتوفر كمية أكبر من بذور المربي وبمجرد توفر بيانات عن الأداء المناسب للسلالة. في السابق كانت مسؤولية الاكثار تعتمد على المربي أما الآن وبتعقد البرامج الزراعية فان حفظ وتوزيع الصنف الجديد يكون من مسؤولية منظمات عديدة اخرى (Briggs and Knowles, 1967). ان القرار النهائي لاطلاق الصنف لايتخذ من قبل مربي النبات الذي استنبطه. وفي هذه الحالة فان الشخص او الهيئة المسؤولة عن اطلاق الصنف تأخذ بنظر الاعتبار آداء الصنف نسبة الى الأصناف الاخرى المتداولة في منطقة اطلاق الصنف وامكانية تسويق الصنف الجديد في المنطقة . وتضم الهيئات المختصة في اطلاق الصنف اما مربين آخرين ، مهندسين زراعيين يعملون مع المزارعين أو أشخاصا متخصصين في اكثار وتسويق الاصناف. اما في الشركات الخاصة فينصب الاهتمام على مقدار الربح المتوقع من الصنف الجديد مقارنة بالاصناف المستعملة حاليا.

رغم ان المربي قد لايصوت على القرار النهائي لاطلاق الصنف الا ان فهم العوامل ذات العلاقة المهمة باطلاق الصنف تؤثر بشكل مباشر في النتائج . فهذه العوامل تلعب

دورا رئيسا في تحديد أهداف برنامج التربية ، الحصول على المصادر الملائمة للتباين الوراثي وانتخاب واختبار الأصناف.

الأطلاق :

يقدم مربي النبات معلومات وافية عن السلالة أو الصنف الذي قام بجمعها خلال فترة الاختبار والتقييم. تشمل هذه المعلومات عن الحاصل ، والنوعية ، والتفاعل للامراض ، والنضج ، والصفات المورفولوجية المميزة وجميع المعلومات المتوفرة. يجب على المربي أيضا ان يقدم ملخصا وافيا عن النواقص التي يعاني منها الصنف فضلا عن النواحي الايجابية للصنف وذلك لان اطلاق صنف يعاني من نقص خطير يمكن ان يسبب للمزارع خسائر كبيرة. وتكون هذه الخسائر كبيرة جدا اذا ماأعطى الصنف نتائج جيدة في السنة الاولى والثانية بعد الاطلاق وانتشرت زراعته على نطاق واسع ثم يصاب بمرض خطير او التعرض لموت النباتات بفعل البرد. لذلك فان قرار اطلاق الصنف يجب ان يستند الى بيانات دقيقة تأخذ بنظر الاعتبار جميع النواحي الايجابية والسلبية للصنف.

عادة توزع الهجن والاصناف الى مناطق أقلمة معينة ويستند ذلك الى صفات النضج والمقاومة للأمراض والاستجابة للرطوبة وغيرها من صفات الصنف. عادة يوصف الصنف بدقة عبر اختبارات تجري في مناطق جغرافية عدة. ويترك القرار أخيرا للمزارع حول استعمال الصنف في أنظمتهم الزراعية. وعادة يقوم المزارع بزراعة الصنف الجديد في مساحات محدودة لمدة سنة أو سنتين حيث يجري تقويمه الشخصي للصنف Welsh, 1981.

وقد اشار Fehr 1987 الى طريقين لاطلاق الصنف وهي

(آ) طريق المؤسسات العامة.

(ب) طريق الشركات الخاصة. وفيما يأتي مختصراً لهذه الطرق :

آ– المؤسسات العامة :

١ – السنة الأولى : الاختبار المكرر الأول للسلالة وتنفذ من قبل المربي في موقعين. تنتخب أفضل السلالات أداءً من قبل المربي من دون أي تصديق خارجي للنتائج.

٢ – **السنة الثانية** : اجراء الاختبار المكرر الثاني من قبل المربي في ثلاثة مواقع . يختار المربي أفضل السلالات دون تصديق خارجي .

٣– **السنة الثالثة** : تقويم السلالات في اختبار المناطق بصورة تعاونية بين مربي النبات الحكوميين في المناطق المختلفة والتي تناسب نضج السلالة . يقوم كل مربٍ اجرى الاختبار باتخاذ توصية في اهمال الصنف او التقويم سنة اخرى ، ويتم اتخاذ القرار النهائي من قبل المربي دون تدخل المحطة التجريبية .

٤– **السنة الرابعة** : تقويم السلالات على نطاق واسع في اختبار تعاوني موسع بين المناطق التي ترغب في زراعة الأصناف من نفس مواصفات فترة النضج على أساس تجاري . يتم اتخاذ القرار حول الاستمرار باختبار السلالات من قبل المربين الذين أجرو الاختبار. ويتم اتخاذ القرار النهائي من قبل المربي دون تدخل المحطة التجريبية .

٥ – **السنة الخامسة** : اجراء اختبار السنة الثالثة في تجارب المواقع التعاونية قبل الأخذ بنظر الاعتبار اطلاق الصنف. ويقرر مربي الصنف ان كان الصنف أو السلالة تستحق الاطلاق في المنطقة . واذا ماأقر باطلاق الصنف فانه يقوم باملاء طلب رسمي للاطلاق موجها للمحطة الزراعية التجريبية . وتطلب المحطة معلومات يحضرها المربي الذي يدعم بها السلالة وسبب اطلاقها وبعد تصديق القسم المعني على الطلب يقدم الطلب الى لجنة من مجلس القسم للتصديق . تشمل اللجنة على مربي نبات ، موظفي ارشاد ومختصين بانتاج البذور. واذا صادقت اللجنة على الطلب تحول الى ادارة المحطة التجريبية .

تقوم ادارة المحطة التجريبية بتعيين لجنة من عدة اقسام في المحطة تشتمل على اقسام الوراثة ، والحقليات ، والبستنة ، وامراض النبات . لايكون المربي الذي استنبط الصنف عضوا في هذه اللجنة التي تقوم بمراجعة تقرير لجنة القسم المعني . واذا ماتمت المصادقة عليه يتم اطلاق الصنف في المنطقة كصنف جديد يتم اكثاره وتوزيعه على المزارعين.

ب– الشركات الخاصة :

١ – **السنة الأولى** : يقوم المربي باجراء التقويم الأولي لسلالات المحصول في تجارب مكررة في موقعين. يتم انتخاب السلالات للتقويم التالي من قبل المربي دون تأييد من اي شخص آخر في الشركة .

٢ – **السنة الثانية** : يتم تقويم السلالات في تجارب مكررة في خمسة مواقع . وعلى أساس النتائج ينتخب المربي السلالات لغرض اجراء الاختبار الاضافي . وتحضر استمارة لكل سلالة توضح الآباء والنسب ، والصفات المورفولوجية والحقلية ، والتفاعل للأمراض والنيماتود ، والحشرات ومشاكل التربة . ويقرر المربي أيا من السلالات يتم اختبارها في السنة الثالثة .

٣ – **السنة الثالثة** : يتم اختبار السلالات في ١٠ – ١٥ موقع من قبل المربي والمربين في محطات اخرى للشركة . ويستعمل المربي النتائج في انتخاب السلالات التي ستقيم لفترة اضافية ويحضر وصفا كاملا لأداء كل سلالة منتخبة ويجب ان يؤيد قرار اختبار السلالة في السنة التالية ومواصفاتها من قبل اثنين من المربين الآخرين ومدير ابحاث المحصول المعني في الشركة فضلا عن تصديق مدير القسم المعني بانتاج وتسويق الصنف الجديد .

٤ – **السنة الرابعة** : الاختبار الموسع للصنف في تجارب مكررة من قبل مربي المحصول في الشركة . كذلك يتم تقويمه من قبل مهندسين زراعيين في التجارب الزراعية الحقلية (المواعيد ، كميات البذار ، التسميد ... الخ) . يتم اتخاذ قرار الاطلاق بعد السنة الرابعة من التقويم ويستند الاطلاق الى بيانات الأداء المحصل عليها من قبل المربين والمهندسين الزراعيين . ويتم الاخذ بنظر الاعتبار الصفات المهمة لانتاج نوعية عالية من البذور . ويتم تأييد اطلاق الصنف من قبل المربي ، ومدير أبحاث المحصول ، والشخص المسؤول عن انتاج بذور الصنف ، ومدير الانتاج والتسويق والقرار النهائي يتخذه رئيس الشركة .

التسمية :

بعد ان يؤيد اطلاق التركيب الوراثي الجديد تكون الخطوة التالية ايجاد اسم لهذا التركيب . طريقة التسمية تختلف من برنامج الى آخر وقد يطلق على الصنف اسماء المدن او المناطق ، او المعالم الأرضية ، أو الاسماء التاريخية . وقد يتم تسمية الصنف على أسماء مربين أو علماء اشتغلوا فيما سبق على المحصول . ويعتمد نظام آخر لكتابة اسم المحطة او الولاية التي قامت باستنباطه متبوعا بأرقام متعاقبة للاطلاقات الجديدة من الأصناف . وعادة يتم اختبار الاسماء التي يسهل النطق . ويجب الرجوع الى الجهات الرسمية لاقرار الاسم حتى لايتكرر استعمال الاسماء . قد يقدم عدة اسماء ويتم أقرار أحدها للصنف الجديد .

تقوم المؤسسات العامة احيانا باطلاق اصول وراثية دون تسمية رسمية لغرض الاستعمال من قبل برامج التربية العامة او الخاصة. ويساعد هذا في التوزيع والاستفادة من الجينات المفيدة لمقاومة الامراض والحشرات وغيرها من الصفات. وتقوم المؤسسات المستنبطة لهذه الاصول ببذل الجهد العلمي اللازم لاستنباط هذه الأصول تاركة مسؤولية التربية للمنظمات المسؤولة بشكل مباشر بانتاج الأصناف والهجن. وفي الوقت الحاضر تقوم عدة مؤسسات دولية من المركز الدولي لتحسين الذرة الصفراء والحنطة في المكسيك او المركز الدولي لابحاث المنطقة الجافة (ايكاردا) والمركز الدولي لتحسين الرز في الفلبين بمثل هذا الجهد. وفي الولايات المتحدة يتم تسجيل الاصناف والأصول الوراثية في الجمعية الامريكية لعلوم المحاصيل. وتصبح هذه سجلا دائميا للصنف والسلالة والذي يمكن استعماله كمصدر للتعرف على الاصول الوراثية وملكيتها.

الاكثار والتوزيع:

يعد اكثار وتوزيع الصنف لغرض الاستعمال على نطاق واسع من قبل المزارعين عملية رئيسة، حيث يجب اكثار وتسويق البذور او الاجزاء الخضرية بعناية بالغة. وتشمل العملية، التوزيع على عدة أشخاص لكل مسؤوليات مهمة. وفي هذا المجال قد تقوم بعمليات التوزيع هيئات عامة او شركات خاصة. وفيما يلي وصف لاكثار محاصيل البذور والمحاصيل التي تكثر خضريا.

آ- محاصيل البذور:

يباع الصنف كمجتمع من النباتات ذات المواصفات التي يمكن التعرف عليها وتمييزها. على العموم يمكن أن يتغير التكوين الوراثي للمجتمع النباتي عبر الزمن ويعود ذلك لأسباب عدة:

١- حصول الطفرات الطبيعية بمعدلات واطئة لها القدرة على الزيادة بعد عدة أجيال مغيرة بذلك التركيبة الوراثية للمحصول.
٢- حصول مستوى معين من التلقيح الخلطي في المحاصيل الذاتية التلقيح والتي ينتج عنها اتحادات جديدة ومظاهر لم تكن موجودة في الصنف الأصلي.
٣- حصول الخلط الميكانيكي بسبب قيام المزارعين بانتاج بذورهم من جيل لآخر. وقد يحصل ذلك من الحاصدات او معدات الزراعة كالباذرات او من النباتات الشاردة أو خطأ في معدات تنظيف البذور وغيرها من الأسباب.

وللأسباب السابقة التي تقود الى التغيير الوراثي للمحصول قامت مؤسسات صناعة البذور باستنباط طرق لتأمين نقاوة وحيوية البذور بشكل دقيق وقد تطور نظام اعتماد البذور وأصبح يستخدم على نطاق عالمي.

قد تختلف الاحتياجات الخاصة من محصول لآخر الا ان الاساس العام لمنظام التصديق يشمل على اربع فئات من البذور وهي :

(١) بذور المربي Breeder seed
(٢) بذور الأساس foundation seed
(٣) البذور المسجلة Registered seed
(٤) البذور المعتمدة Cerfified seed

تأتي بذور المربي من اكثار صغير يشعر المربي بأنها تمثل الصنف من الناحية الوراثية. تنتج بذور المربي من انتخاب عدة مئات من السنابل أو سطور النبات في البذور الصغيرة والتي لا تزيد عن ٤٠٠ - ٥٠٠ كغم تزرع بذور المربي في أرض ليس بها بذور لأصناف اخرى او شاردة وخالية من الادغال. يتم تنظيف الحقل من الشوارد مرات عدة خلال الموسم. تدعى البذور المحصودة من هذا الحقل ببذور الأساس. عادة تنتج بذور الأساس في مشاريع خاصة سواء في المؤسسات الحكومية او الخاصة. عادة توزع بذور الأساس على عدد قليل من المزارعين ذوي الخبرة العالية لزراعتها وانتاج البذور المسجلة. تزرع البذور المسجلة لاعطاء البذور المعتمدة وفي هذه المرحلة يتكون لدينا كمية كافية من البذور لتلبية حاجة أغلب المنتجين. يلاحظ ان فترة أربعة سنوات قد مرت منذ اطلاق الصنف حتى تكوين كمية تجارية من البذور. تضاف هذه الفترة الى برنامج التربية قبل ان يزرع الصنف على نطاق واسع.

عادة هناك معايير محدودة للنقاوة الوراثية والخلو من الادغال وحيوية البذور تطبق على كل فئة من البذور اعلاه. وللمحافظة على نقاوة البذور قد تحتاج في المحاصيل الخلطية التلقيح الى نوع من العزل الميكانيكي من خلال اقفاص معينة لحمايتها من حبوب اللقاح الغريبة توضع علامة الاعتماد على الكيس موضحاً عليها اسم الصنف ورقم الشحنة ومواصفات الشحنة عند اجتياز الشحنة الفحوصات المختبرية بنجاح. قد تعبأ البذور في أكياس أو تنقل بشكل مفتوح حسب رغبة المنتجين وفي الحالتين يجب ان تكون هناك علامات مميزة للشحنات الكبيرة بدلاً من الوحدات الصغيرة.

يعمل نظام الاعتماد على عدد محدود من الأجيال والذي يعني انتاج بذور للمستوى الأدنى فقط أي ان البذور المسجلة تعطي بذوراً معتمدة فقط ولكن لا يمكن اعادة اعتماد البذور المعتمدة (Welsh, 1981). لذلك يمكن انتاج اربعة أجيال قبل العودة الى بذور المربي الأصلية لغرض المحافظة على التكامل الوراثي للصنف. وقد يكون للمزارعين رأي في انتاج بذورهم الخاصة خصوصاً في المحاصيل الذاتية التلقيح، واذا ما اختاروا هذا الطريق وبمجرد الوصول الى مرحلة البذور المعتمدة فأن الاجيال التالية غير قابلة للاعتماد. ويقوم العديد من المزارعين بتخصيص جزء صغير من انتاجهم من البذور المسجلة أو المعتمدة كل سنة واستعمالها في الزراعة للأغراض التجارية. ويتيح ذلك الفرصة لانتاج بذورهم الخاصة لجيل أو جيلين مع المحافظة على مستوى عال من النقاوة الوراثية.

ان المواصفات الخاصة لانتاج البذور موضوعة بشكل دقيق من قبل وكالات جمعية اعتماد البذور الرسمية Association of official Seed (AOSCA) Certification Agencies. هذه المواصفات موضوعة في كتاب خاص (AOSCA، ١٩٦١) ويجب على المزارعين اتباع المواصفات الخاصة للبذور المعتمدة والا فأنهم يواجهون مشكلة رفض اعتماد الحقل بعد التفتيش الحقلي الذي تجريه هيئات خاصة وتباع بأسعار واطئة كبذور اعتيادية.

بالنسبة لانتاج البذور الهجين (F_1). عادة تحفظ شركات الهجن الأصول الوراثية النقية والتي تخضع لعمليات الاعتماد من قبل هيئات التفتيش الحقلي. وحيث ان الشركات تسيطر على الأصول الوراثية النقية وبيع الهجن الناتجة منها فان للعديد من هذه المؤسسات شكلاً من اعتماد وتصديق البذور التي تؤمن نوعية متجانسة ومستويات عالية للآداء الضروري لتأمين المبيعات.

٢. المحاصيل التي تتكاثر خضرياً:

يشمل الاكثار الخضري على الاقلام، والدرنات، والتطعيم، والمدادات وغيرها من الطرق الشائعة في العديد من الخضراوات ونباتات الزينة وأشجار الفاكهة. تشمل الشروط العامة الضرورية على:

(١) التكاثر المتماثل من احدى المراحل الخضرية الى الجيل التالي
(٢) تكون خالية من الأمراض.

لا توجد مشكلة عادة بالنسبة للنقطة الأولى ما لم تحصل طفرات تؤدي الى حصول تغيير وراثي . لذلك تجب العناية بازالة أي من هذه الطفرات أو الشوارد كلما ظهرت في مجتمع الاكثار ، وان كانت الطفرة مفيدة فان بالامكان انتخابها الى صنف جديد .

أما مشاكل الأمراض فانها أكثر خطورة . فالعديد من الأمراض ينتقل عن طريق الاجزاء الخضرية والتي يتسببها الفيروسات كما في اكثار درنات البطاطا . وتلعب مسألة المحافظة على أصول خالية من المرض دوراً اقتصادياً مهما في نشاط الشركة ومراراً ما تحتاج الى أخصائي بأمراض النبات في تنفيذ هذا الجزء من البرنامج . وفي محصول البطاطا يمر من خلال عمليات الاعتماد الاعتيادية مع التأكيد على خلو الدرنات من الأمراض . عادة هناك مواصفات قياسية للأصول توضع من قبل منظمات متخصصة تشمل تطور النبات ، والحجم ، والشكل والمواصفات الصحية العامة ووقت البيع .

براءة الاختراع :

يمكن الحصول على براءة اختراع للنباتات التي تتكاثر بصورة خضرية . ويجب أن يكون الصنف متميزاً من أي صنف آخر للنوع . ولا تؤخذ القيمة التجارية للصنف وأدائه نسبة لبقية الأصناف في اعطاء البراءة .

يعد الشخص الذي استنبط الصنف مخترعاً له وقد يعطى هذا الشخص حق الاستفادة من الصنف المستنبط لشركة أو مؤسسة معينة لقاء منافع معينة . ويمكن للمربي ان يقدم طلباً لغرض الحصول على براءة اختراع بنفسه دون اللجوء الى اشخاص آخرين .

تعطى براءة الاختراع نفس امتيازات براءة اختراع المكائن أو تصميم معين . ويكون للمخترع الحق في مجال السيطرة على اكثار وبيع الصنف لعدد معين من السنوات . ويمكن تقديم أي شخص يستخدم الصنف المستنبط دون موافقة مستنبط الصنف الى المحاكمة . وفي الولايات المتحدة تبلغ تكاليف براءة الاختراع الخاصة حوالي ١٠٠٠ دولار .

حماية الصنف :

يمكن الحصول على الملكية الشرعية للأصناف المنتجة جنسياً عن طريق البذور . ويمكن حماية الأصول النقية المستعملة في انتاج الهجن التجارية ولكن ليس الهجن ذاتها . وقد انجز عدد من التشريعات في الولايات المتحدة وأوربا في هذا الصدد والتي تضمن ملكية الصنف الى المربي الذي قام باستنباطه .

الأدلة المستعملة لحماية الصنف هي الصفة الجديدة التي يحملها والاستقرار والتجانس. فالصنف يجب أن يتميز وبشكل مباشر عن أي صنف من الأصناف الموجودة في النوع. بعد تقديم الطلب فانه تتم مقارنة صفات الصنف الجديد مع كل صنف آخر في المنطقة. ويمكن استعمال أي صفة واضحة سواء كانت كمية أو نوعية بغض النظر عن قيمتها التجارية واذا وجد أن صنفاً آخر يحمل المواصفات نفسها فلا تعطى الحماية للصنف الجديد ما لم يعرف مربي الصنف اختلاف صنفه عن الصنف السابق. ويمكن استعمال صفة كمية مثل الحاصل فقط عندما يمكن التأكد ان تسلسل الصنف مقارنة بالاصناف الاخرى لا يتغير بتغيير البيئة. عادة تطبع الصفات الجديدة للأصناف في مجلات علمية خاصة في دائرة حماية الصنف.

حالياً هناك تقنيات مختبرية متوفرة لتمييز الأصناف مثل اختبار الفينول (محمد ١٩٨٩) واختبار الهجرة الكهربائية electrophoresis وغيرها من التقنيات.

فئات البذور المعتمدة:

كما ذكرنا في الفقرات السابقة فان فئات البذور في برنامج الاعتماد تضم بذور المربي والأساس والمسجلة والمعتمدة. ويمكن ان يعين مستنبط الصنف عدد الفئات التي ستستعمل.

يتم انتاج بذور المربي تحت الاشراف المباشر لمستنبط الصنف أو ممثلة ويتوقع ان تكون لهذه البذور اعلى مستوى من النقاوة الوراثية مقارنة بفئات البذور الاخرى. وتستعمل بذور المربي لانتاج البذور الأساس والمسجلة والمعتمدة.

يتم الحصول على بذور الأساس من بذور المربي أو من بذور أساس سابقة تحت سيطرة المربي أو ممثلة. ويستعمل بذور الأساس لانتاج فئات البذور المسجلة والمعتمدة. وقد تباع احياناً للمزارعين لغرض الزراعة.

تنتج البذور المسجلة من بذور المربي أو بذور الأساس ويمكن استعمالها لانتاج البذور المعتمدة وعادة تستعمل من قبل المزارعين للانتاج التجاري.

تنتج البذور المعتمدة من بذور المربي او الأساس أو المسجلة ولا تستعمل لغرض الحصول على جيل آخر من البذور المعتمدة ما عدا في حالة عدم المحافظة على بذور الأساس لصنف قديم او في حالة الاضطرار عندما لا تكفي بذور الأساس أو المسجلة لانتاج بذور معتمدة بشكل كافٍ.

ضوابط الأصالة الوراثية :

تتضمن عملية الاعتماد على عملية التفتيش الحقلي في الحقل وفحص عينات من البذور المحصودة في المختبر. ويعد كل حقل او منطقة معينة كوحدة مستقلة لغرض عملية الاعتماد. فاذا تم انتاج الصنف في ١٠٠ حقل منفصل فان كل حقل يعد وحدة مستقلة لغرض القبول أو الرفض. عادة تجري عملية التفتيش الحقلي من قبل موظفين خاصين بالتفتيش الحقلي في وزارة الزراعة والري في العراق.

تختلف الضوابط الواجب تلبيتها لاعتماد الصنف من محصول لآخر. كذلك يجب أن تؤخذ بنظر الاعتبار مواصفات الحقل المختار لانتاج فئة البذور المعتمدة من حيث المحاصيل السابقة المزروعة فيه. وبصورة عامة يجب أن تكون الأرض خالية من النباتات الساقطة من النوع نفسه ولا يمكن استخدام مواد الحقل قبل وبعد الزراعة والتي يمكن ان تحتوي بذور أو اجزاء نباتية تساعد في انتاج نباتات شاردة. ويجب عزل الحقل بشكل مناسب عن مصادر حبوب اللقاح الغريبة.

وتتغير نسب النباتات الشاردة مع المحصول وفئة البذور المنتجة. ففي الرز تكون أقصى نسبة من النباتات الشاردة والمسموح بها هي ٠,٠١٪ في البذور الأساس، ٠,٠٢٪ في البذور المسجلة و ٠,١٪ في البذور المعتمدة. أما في فستق الحقل فتكون ٠,١٪ في الأساس، ٠,٢٪ في المسجلة، و ٠,٥٪ في المعتمدة.

عادة تفتش عينات البذور من كل حقل. وتم تحديد معايير النقاوة الوراثية لكل محصول وكل فئة من البذور. ففي القطن فان أقصى نسبة للنباتات الشاردة هي ٠,٠٣٪ للأساس و ٠,٠٥٪ للمسجلة و ٠,١٪ للمعتمدة أما في الشعير فتكون ٠,٠٥٪ للأساس ٠,١٪ للمسجلة و ٠,٢٪ للمعتمدة وتنظف البذور وتحضر في معامل تنقية البذور لغرض التوزيع والتي يمكن القيام بها بواسطة الأفراد أو الشركات أو مؤسسات حكومية والتي تم تصديقها من قبل مؤسسة الاعتماد على أساس سنوي.

تعليم البذور:

يجب ان تحمل العبوة الحاوية على البذور المعتمدة على بطاقة اعتماد رسمية. تحتوي البطاقة على معلومات الاعتماد من مؤسسة او وكالة الاعتماد. ان الوان البطاقات تكون بيضاء للأساس، وبنفسجية خفيفة للمسجلة وزرقاء خفيفة للمعتمدة. تحمل البطاقة اسم مؤسسة الاعتماد، والرقم التمييزي لعبوة البذور اسم الصنف، والمحصول وفئة البذور.

اعتماد الأصناف المتعددة الخطوط أو الخليطة بشكل مقصود :

تقوم بعض الهيئات باعتماد البذور الخليطة مثل بذور اصناف متعددة الخطوطmultiline فعلى سبيل المثال أورد (1987) Fehr شروطاً تعتمدها جمعية أيوا لتحسين المحاصيل لعام ١٩٨٥ وهي كما يأتي :

اعتماد الاصناف الخليطة بشكل مقصود :

آ- يمكن اعتماد الاصناف الخليطة بشكل مقصود بعد اقراره من هيئة المدراء.

ب- يجب اخذ الترخيص لغرض استعمال صنف ما في الخليط من مربي او مالك الصنف.

ويجب تقديم الدليل من قبل الشخص الذي يقوم بالخلط الى وكالة الاعتماد.

جـ- عند عرض الخليط للبيع كل سنة فانه يجب تقديم بيانات الاداء الجارية من اختبارات اجريت من قبل الجمعية من السنة السابقة. ويجب ان يتم اختبار الصنف الخليط لمدة سنتين على الأقل وفي اثنين أو أكثر من المواقع في منطقة أقلمة الصنف مع استخدام أصناف المقارنة الملائمة. ويجب دفع اجور الاختبار من قبل المربي أو المعهد الذي يدعم استنباط الصنف.

د- يجب ان لا تقل مكونات الخليط من مكون معين عن ١٥٪ على أساس الوزن، وان حدود خطأ العينة لكل مكون يجب ان لا تزيد أو تقل عن ١٠٪ من المجموع الكلي على أساس الوزن أي ١٥ ± ١٠٪. ويجب أن لا يستخدم في الخليط أكثر من أربعة مكونات (أصناف).

هـ- يجب أن تلبي مكونات الخليط جميع الشروط لاعتماد الصنف قبل الخليط.

و- تباع البذور المكيفة المعتمدة approved seed conditioner بشكل بذور معتمدة.

ز- يجب أن تبرهن البذور المكيفة على امكانية خلط الاصناف ضمن مقاومة معينة.

ر- يجب ان لا يزيد حجم كل شحنة لكل خليط عن ٣٠٠٠ بوشل.

ع- يجب تسجيل مكونات الخليط في ملفات جمعية تحسين المحاصيل ويجب عدم تغيير هذه النسب من شحنة أخرى والتي يجب عدم تغييرها عبر السنوات كما يجب حفظ المعادلة في مكان امين.

وللقائم بعملية الخلط الخيار في عدم تسمية مكونات الخليط أو النسب على العلامة.

غ- يجب ان تقوم الجهة القائمة بالخلط بدفع نفقات اخذ العينات والاختبار.
س- يجب ان تحمل بطاقة الاعتماد على الأمور الآتية :

١. اسم نوع المحصول والصنف
٢. مكان إنتاج البذور
٣. نسبة بذور الأدغال
٤. نسبة بذور المحاصيل الأخرى
٥. نسبة الشوائب
٦. نسبة الانبات ووقت اجرائه

مصادر الفصل الثاني والعشرين References

محمد ، عثمان ، محمد. ١٩٨٩ . سلوك أصناف وسلالات من الحنطة تحت اعماق زراعة وشد رطوبي ودرجات حرارة مختلفة. اطروحة ماجستير كلية الزراعة والغابات / جامعة الموصل

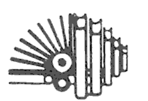
Briggs, F.N. and P. F. Knowles. 1967. Introduction to Plant Breeding. Reinhold Publishing corporation. U.S.A. pp 374-386.

Douglas, J.E. 1980. Successfull seed Programs. A planning and management Guide. TAT Mc Graw Hill Publishing Company. New Delhi, India.

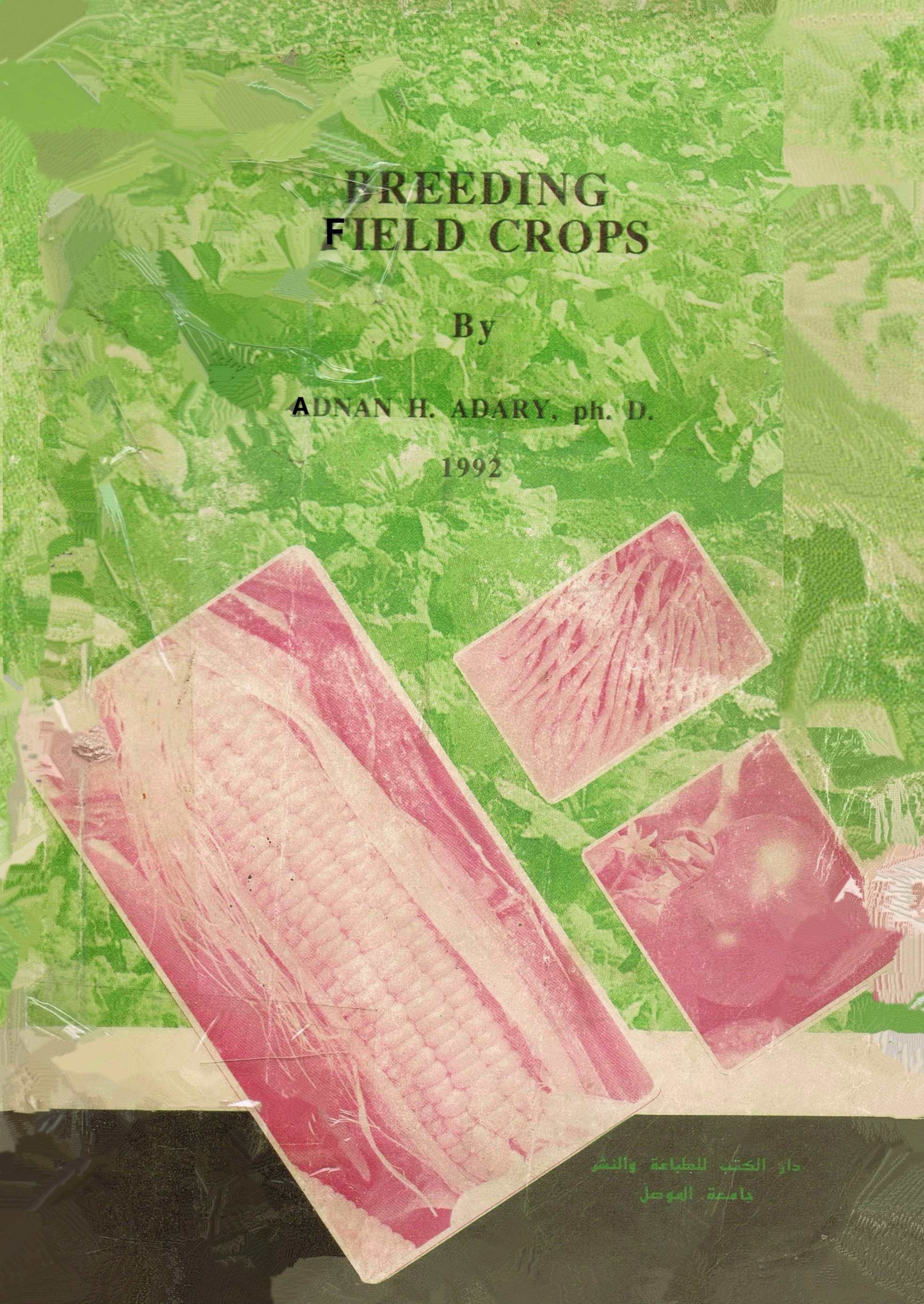
Fehr, W.A. 1987. Principles of cultivar Development vol.I. Theory and Techniques. Mac Millan Pub. Co New York. U.S.A.

٦٣٣
٤٢٤٤ العذاري، عدنان حسن محمد
تربية المحاصيل الحقلية / تأليف عدنان حسن محمد العذاري.- (ن م : د . ن)، ١٩٩٢.
ص؛ ٢٨ سم
١- المحاصيل الزراعية العنوان
م . و
١٥٧ / ١٩٩٢

رقم الايداع في المكتبة الوطنية ببغداد **١٥٧** لسنة ١٩٩٢



دار الكتب للطباعة والنشر
جامعة الموصل


BREEDING
FIELD CROPS
By
ADNAN H. ADARY, ph. D.
1992
دار الكتب للطباعة والنشر
جامعة الموصل

BREEDING FIELD CROPS

By

ADNAN H. ADARY, ph. D.

1992

دار الكتب للطباعة والنشر
جامعة الموصل